

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN VIDEO TABANLI
PROBLEMLER YARDIMI İLE MATEMATİKSEL MODELLEME
YETERLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hande AYTEMİZ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÇAKMAK GÜREL

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN
2023

Her Hakkı Saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN VIDEO TABANLI PROBLEMLER YARDIMI İLE MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hande AYTEMİZ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÇAKMAK GÜREL

Bu araştırmada, modelleme problemlerinin video tabanlı sunulduğu ortam ile çalışma kâğıdı kullanılarak sunulduğu ortamda ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin karşılaştırılması ve zamanla değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada karşılaştırmalı vaka çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2021-2022 eğitim öğretim yılında Gaziantep ilinde bulunan bir ortaokulda öğrenim gören 40 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Sunulan üç problemin sonuçları incelendiğinde hem video kullanılan grup hem de çalışma kâğıdı kullanılan grup matematiksel modelleme durumunda verilen değişkenleri başarılı bir şekilde fark etmiş ve durumu anlamlandırabilmiştir. Basitleştirme ve yapılandırma aşamasında video kullanılan grup daha fazla gerçek hayata dair değişken belirlediği ve bu değişkenlere değer atadığı için çalışma kâğıdı kullanılan gruptan başarılı olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde video kullanılan grup daha karmaşık matematiksel modeller inşa etmiş fakat her iki grupta modellerini ifade ederken aritmetik gösterim biçimini kullanmıştır. Matematiksel çözüm ve yorumlama aşamalarında ise dikkat çekici bir farklılık görülmemiştir. Her iki grubun modelleme yeterliklerinin zamanla değişimi incelendiğinde düzenli bir artış tespit edilmemiştir. Bu çalışmada iki grup arasında elde edilen farklılıklar video tabanlı modelleme problemlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Modelleme yeterliklerinin tamamına etkisi olmasa da kısmi yeterlikler için video tabanlı modelleme problemlerinin ortaokul seviyesinde kullanımı önerilmektedir.

2023, 99 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Matematiksel modelleme yeterlikleri, Ortaokul öğrencileri, Teknoloji tabanlı ortam

ABSTRACT

MSc Thesis

EXAMINATION OF SECONDARY STUDENTS' MATHEMATICAL MODELING WITH THE HELP OF VIDEO-BASED PROBLEMS

Hande AYTEMİZ

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Assist. Prof. Zeynep ÇAKMAK GÜREL

In this research, it is aimed to compare the modeling competencies of the eighth grade secondary school students in the environment in which the modeling problems are presented on a video basis and in the environment presented using the worksheet, and to determine the change over time. The sample of the research consists of 40 eighth grade students studying in a secondary school in Gaziantep in the 2021-2022 academic year. The environment in which video-based modeling situations are used and the environment in which the modeling situations reflected on the worksheet are used are examined using a comparative case study. When the findings of the three problems presented were examined, both the video group and the worksheet group successfully noticed the variables given in the case of MM and were able to make sense of the situation. It was determined that the group using video during the simplification and structuring phase determined more real-life variables and assigned values to these variables, so it was more successful than the group using worksheets. Similarly, the video group built more complex mathematical models, but both groups used arithmetic notation to express their models. There was no remarkable difference in the mathematical solution and interpretation stages. When the change in modeling competencies of both groups over time was examined, no regular increase was detected. The differences between the two groups in this study are thought to be due to video-based modeling problems. Although it does not affect all modeling competencies, it is recommended to use video-based modeling problems at secondary school level for partial competencies.

2023, 99 Pages

Keywords: Mathematical modeling, Mathematical modeling competencies, Middle school students, Technology-based environment

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen her şart ve koşulda yanımda olan değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÇAKMAK GÜREL'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimde bilgi ve deneyimlerini bizden esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Mehmet BEKDEMİR'e, Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI'ya, Doç. Dr. Fatih BAŞ'a, sonsuz teşekkür ediyorum. Tez savunmamda yer alan ve değerli görüşlerini bizimle paylaşan Prof. Dr. Alper ÇİLTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her an yanımda olan sevgili annem Hatice AYTEMİZ, sevgili babam İlhan AYTEMİZ'e sonsuz teşekkür ederim.

Hande AYTEMİZ

Şubat, 2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Çalışmalar.....	5
2.2. Matematiksel Modellemeye Teknolojinin Entegre Edildiği Çalışmalar	8
3. KURAMSAL TEMELLER.....	11
3.1. Matematiksel Model.....	11
3.2. Matematiksel Modelleme	11
3.3. Matematiksel Modelleme Süreç Döngüleri.....	12
3.4. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri.....	20
3.5. Matematiksel Modelleme Problemleri ve Özellikleri	22
3.6. Teknoloji Tabanlı Matematiksel Modelleme	24
3.7. Video Tabanlı Matematiksel Modelleme	26
4. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
4.1. Araştırmanın Modeli	28
4.2. Nitel Araştırma	28
4.3. Durum Çalışması	28
4.4. Durum Çalışması Planlanması	29
4.5. Çalışma Grubu.....	30
4.6. Veri Toplama Araçları.....	31
4.7. Veri Toplama Süreci	34
4.8. Verilerin Analizi.....	39
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	44
6. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	74

7. ÖNERİLER.....	78
7.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	78
7.2. Öğretmenlere Yönelik Öneriler.....	78
KAYNAKLAR	80
EKLER.....	90
EK-1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Çalışmalar	91
EK-2. Araştırma Yazışmaları	92
EK-3. Bilgilendirilmiş Veli Olur Form Örneği	94
EK-4. Etik Kurul Onay Belgesi.....	95
EK-5. Birinci Sorudan Örnek Alıntı.....	97
EK-6. İkinci Sorudan Örnek Alıntı	98
EK-7. Üçüncü Sorudan Örnek Alıntı	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3. 1. Müller ve Wittmann'a göre Modelleme Sürecinin Yapısı	13
Şekil 3. 2. Mason'a göre Modellemedeki Temel Basamaklar	13
Şekil 3. 3. Berry ve Houston'a göre matematiksel modelleme döngüsü	14
Şekil 3. 4. Doerr'e göre Modelleme Süreci.....	15
Şekil 3. 5. Abrams'a göre Matematiksel Modelleme Döngüsü	15
Şekil 3. 6. Lesh ve Doerr'e göre matematiksel modelleme döngüsü.....	16
Şekil 3.7. Blomhoj ve Jensen'e göre Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Etkenler	17
Şekil 3. 8. Blum ve Leiß'e göre Matematiksel Modelleme döngüsü.....	17
Şekil 3. 9. Cheng'e göre Matematiksel Modelleme Süreci.....	18
Şekil 3. 10. Hıdıroğluna göre Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı	19
Şekil 3. 11. Maaß'a göre Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve alt yeterlikleri	21
Şekil 4. 1. Yıldırım ve Şimşek'e göre durum çalışması basamakları.....	29
Şekil 4. 2. “Odada bulunan 100 balonu bir köpek ne kadar sürede patlatır?” sorusuna ait videodan alıntı.....	31
Şekil 4. 3. Birinci soruya ait öğrenci çözümünden alıntı	32
Şekil 4. 4. “Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar şehre ne zaman ulaşır?” Sorusuna ait video alıntısı	33
Şekil 4. 5. “Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?” Sorusuna ait videodan alıntı.....	34
Şekil 4. 6. Video tabanlı ortamda veri toplama süreci	35
Şekil 4. 7. Öğrencilerin video izledikleri andan bir alıntı	36
Şekil 4. 8. Matematiksel modelini sunan gruptan bir alıntı	37
Şekil 4. 9. Çalışma kâğıdı sunulan ortamda veri toplama süreci	38
Şekil 4. 10. Öğrencilerin grup çalışması yapmalarına dair alıntı	39
Şekil 4. 11. Teorik çerçeve.....	40
Şekil 4. 12. Veri analiz çerçevesi	41
Şekil 4. 13. Çözümü doğru kabul edilen grubun alıntısı.....	41
Şekil 4. 14. Matematiksel çözüm yapmayan grubun alıntısı	42

Şekil 5. 1. VG3'ün balon patlatma problemine ait alıntısı.....	46
Şekil 5. 2. ÇG2'nin balon patlatma problemine ait alıntısı.....	49
Şekil 5. 3. ÇG3'ün balon patlatma problemine ait alıntısı.....	50
Şekil 5. 4. ÇG1'in balon patlatma problemine ait alıntısı.....	51
Şekil 5. 5. ÇG4'ün balon patlatma problemine ait alıntısı.....	52
Şekil 5. 6. VG2'nin yanardağın patlaması problemine ait alıntısı	55
Şekil 5. 7. ÇG3'ün yanardağın patlaması problemine ait alıntısı	59
Şekil 5. 8. ÇG2'ün yanardağın patlaması problemine ait alıntısı	60
Şekil 5. 9. ÇG1'in yanardağın patlaması problemine ait alıntısı	61
Şekil 5. 10. ÇG4'ün yanardağın patlaması problemine ait alıntısı	62
Şekil 5. 11. ÇG3'ün boş kovanın dolması problemine ait alıntısı	67
Şekil 5. 12. ÇG1'in boş kovanın dolması problemine ait alıntısı	68
Şekil 5. 13. ÇG2'nin boş kovanın dolması problemine ait alıntısı	69
Şekil 5. 14. VG3'ün boş kovanın dolması problemine ait alıntısı	70
Şekil 5. 15. VG2'in boş kovanın dolması problemine ait alıntısı	71

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3. 1. Modelleme görevleri için sınıflandırma şeması (Maaß, K. (2010)).	23
Tablo 4.1. Grupların demografik özellikler açısından incelenmesi	30
Tablo 4.2. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmalarına İlişkin Kullanılan Stratejiler ve Açıklamaları	42
Tablo 5. 1. Balon patlatma problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler	44
Tablo 5. 2. Yanardağın patlaması problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler	53
Tablo 5. 3. Boş kovanın dolması problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler	63
Tablo 5. 4. VG ve ÇG kodlu öğrencilerin modelleme yeterliklerinin değişimine ilişkin bulgular	72

KISALTMALAR

Kısaltmalar

ÇG	Çalışma Grubu
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MOE	Model Oluşturma Etkinlikleri
MM	Matematiksel Modelleme
VG	Video Grubu

1. GİRİŞ

Yaşadığımız dünyada karşılaştığımız birçok olay ve duruma matematik sayesinde anlam kazandırabiliriz. Bir evin kiralanması veya satın alınmasında, futbolcunun kaleye topu atmasında, bir ressamın hayalindeki çizimini tuvale aktarmasında, bahçeye ekilen çiçek tohumlarının yetiştirilmesinde matematiğe ait izler görülmektedir (Bukova, 2019). Bu anlamda matematik bazen doğrudan hayatımıza anlam kazandırdığımız bazen de hayatımızda yansımalarını gördüğümüz bir bilim dalıdır.

Okulların başarılı öğrenci yetiştirmesinden öte problem çözmede disiplinler arası bilgidен yararlanabilen öğrenciler yetiştirmesi gelişen ve aynı zamanda daha karmaşık hale gelen dünyada oldukça önemli bir hale gelmiştir (Stender ve Kaiser, 2015). Bunu sağlamak adına müfredata çeşitli beceriler eklenmiş olup matematiksel modelleme de en uygun yaklaşımlardan biridir (Lyn D, 2008). Matematiksel modelleme yaklaşımı 1980li yıllardan itibaren dünyadaki tüm okullarda matematik eğitimine dâhil olmaya başlamıştır (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006; Çakmak Gürel, 2018). Türkiye’de 2005 yılında revize edilen Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı’nda matematiksel modelleme ilk kez programın önemli öğelerinden biri haline gelmiştir. MEB yapılan bu değişiklikler ile her bireyin matematik öğrenebilmesini hedeflemesinin yanı sıra, öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, iletişim kurma ve modelleme becerilerinin de geliştirilmesini amaçlamıştır. Beşinci sınıflardan itibaren seçmeli bir ders olarak uygulanmaya başlayan Matematik Uygulamaları Dersinin Öğretim Programı incelendiğinde, matematiğin uygulanabileceği gerçek hayat problemlerine, matematiksel oyunlara ve diğer bilimlerle iç içe geçmiş matematiksel problemlere önem verdiği görülmektedir (MEB, 2017). Dolayısıyla matematik uygulamaları dersi, öğrencilerin sınıf içerisinde arkadaşları ile işbirliği yaparak günlük hayat problemlerini grupça çözmeleri ve doğru cevaba odaklanmak yerine akla yatkın cevapları aramayı hedeflemektedir (MEB, 2013). Matematik uygulamaları dersi genel amaçları ve hazırlanan ders kitaplarında yer verilen problemlere bakıldığında bu dersin matematiksel modelleme problemlerinin uygulanabileceği bir ders olduğu görülmektedir (Tekin Dede, 2015).

Matematiksel modelleme, matematiksel düşünme becerilerini hayatın her alanına entegre edebilmeyi sağlayan, gerçek yaşam problemlerini matematiksel olarak ifade edebilmeyi

ve sonuç çıkarabilmeyi kolaylaştıran dinamik ve döngüsel bir süreçtir (Çiltaş, 2011). Matematiksel modellemenin ülkemizdeki öğretim programlarına yeni girmesi sebebiyle son zamanlarda bu alanda yapılan çalışmaların arttığı görülmektedir (Alkan, 2019; Bukova Güzel, 2019; Çakmak Gürel ve Işık, 2022; Dinç, 2020; Kocayayla, 2019; Küçükylmaz, 2021; Şahin ve Eraslan, 2019; Taşlı, 2022; Uz, 2022; Yurtsever, 2018). Yapılan çalışmalar ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin düşük olduğunu göstermektedir (Biccard ve Wessels, 2011; Galbraith ve Stillman, 2006). Modelleme becerilerinin geliştirilmesi adına yapılan çalışmalarda ise grup çalışması (Şahin ve Eraslan, 2016), bütüncül ve kısmi öğrenme ortamları (Çakmak Gürel, 2022), modellemeye girişte tahmin problemlerinin kullanılması (Ferrando ve Albarracín, 2019), teknolojinin modelleme sürecine entegre edilmesi (Hıdıroğlu, 2012) önerilmektedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar matematiksel modelleme problemlerinin çözümü sırasında kullanılan teknolojinin önemini ortaya koymaktadır (Greefrath ve Vos, 2021; Molina-Toro vd, 2019; Stohlmann, 2012). Teknoloji, öğrencilerin alt orta öğretim seviyesinden itibaren matematik çalışmalarında karşılaşacakları iyi yapılandırılmış matematik problemlerine destek sağlayabilmektedir (Daher, 2021). Bu çalışmada ise teknolojik bir araç olarak video tabanlı matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin modelleme becerilerini destekleyip desteklemediği merak edilmektedir. Bu çalışmada modelleme probleminin sunulma aşaması teknoloji destekli gerçekleştirilmiştir. Teknoloji destekli verilmeyen modelleme problemleri ile öğrencilerin modelleme becerilerinin karşılaştırılması hedeflenmektedir.

Şimdiye kadar matematiksel modelleme problemlerinin sınıflandırılmasında dijital araçların ve medyanın kullanımı düşünülmemekteydi (Greefrath ve Vos, 2021). Açık uçlu bir şekilde video formatında sunulan matematiksel modelleme durumu ile katılımcılara konu üzerinde sınırsız bir alan, interaktif etkileşim, derinlemesine çalışma ve özgürlük verilmektedir (Greefrath ve Vos, 2021; Molina-Toro vd, 2019; Stohlmann, 2012). Video ya da animasyon tabanlı modelleme etkililikleri interaktif kullanımı, ileri geri alınabilmesi, problem durumunun ifade edilmesi ve değişkenlerin manipüle edilmesi bağlamlarında fırsatlar sunmaktadır (Greefrath ve Vos, 2021). Özellikle gerçek dünyaya ilişkin kanıtlar içeren video tabanlı modelleme görevlerinin otantik özellikler taşıdığı ifade edilmektedir (Greefrath ve Vos, 2021). Bu bağlamda matematiksel modelleme

uygulamalarının yeni yeni ortaya çıktığı ortaokul seviyesinde (MEB, 2017, 2018) video tabanlı modelleme problemlerinin kullanımı önem arz etmektedir.

Video tabanlı modelleme problemlerinin öğretimde kullanımı problemi anlama açısından önemli olsa da öğrencilerin modelleme sürecinde ilerlemelerine herhangi bir katkısının olup olmadığı merak edilmektedir. Bu nedenle video tabanlı modelleme problemlerinin sunulduğu ortam ile video tabanlı olmayan modelleme problemlerinin sunulduğu ortamlarda öğrencilerin modelleme aşamalarına yönelik becerilerinin karşılaştırılması önem arz etmektedir.

Araştırmanın amacı ve Alt problemler

Gelişen ve değişen teknoloji çağında bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak yapılan matematiksel modelleme çalışmaları bulunmaktadır. Modelleme ve dijital teknolojiler her zaman birbirleri ile iç içe bulunmasa da etkileşime girdikleri görülmektedir. Teknolojik gelişmelerin modellemeye eklenebilir olması, bilgi üretimini ve modellemeyi yeniden düzenlenebilir hale getirmesini sağlamaktadır. Dijital teknolojiler öğrencilerin gerçek hayat problemlerini modellerken deneyler ve simülasyonlar yardımı ile zihinsel süreçlerindeki karışıklığın görselleştirme yardımı ile çözümlenmesine yardımcı olmaktadır (Molina Toro vd. 2019). Dijital teknolojilerin sağladığı bu faydanın modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisinin ortaya çıkarılması önem arz etmektedir.

Yapılan bu çalışmada, modelleme problemlerinin video tabanlı sunulduğu ortam ile çalışma kâğıdı kullanılarak sunulduğu ortamda ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin karşılaştırılması ve zamanla değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorusuna yanıt aranmıştır:

1. Modelleme problemlerinin video tabanlı ortam ile çalışma kâğıdı kullanılarak sunulan ortamda ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin modelleme yeterlikleri arasındaki farklar nasıl değişmektedir?
 - a) Problem faktörleri açısından farklar nelerdir?
 - b) Ekstra matematiksel bilgiyi tahmin etme açısından farklar nelerdir?
 - c) Matematiksel model açısından farklar nelerdir?

d) Matematiksel çözüm açısından farklar nelerdir?

e) Yorumlama açısından farklar nelerdir?

2. Video tabanlı modelleme durumlarının ve çalışma kâğıdına yansıtılan modelleme durumlarının kullanıldığı ortamlarda sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri nasıl değişmektedir?

Araştırmanın sınırlıkları

1. Araştırma Gaziantep iline bağlı ilçede bulunan bir ortaokul ile sınırlandırılmıştır.
2. Yapılan araştırma sekizinci sınıf öğrencileri ile sınırlı olup farklı seviyede öğrencilerle çalışılmamıştır.
3. Yapılan araştırma üç video tabanlı modelleme problemi ile sınırlıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, alan yazının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesine (Alkan, 2019; Çelikkol, 2019; Çiltaş ve Işık, 2013; Dinç, 2020; English ve Watters, 2004; İnan, 2018; Kalaycı, 2017; Kant, 2011; Kocayayla, 2019; Korkmaz, 2010; Maaß, 2006; Mousoulides vd. 2006; Şahin ve Eraslan, 2016; Tutkun ve Kabar, 2018; Uz, 2022; Yurtsever, 2018; Zihar ve Çiltaş, 2018), matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine (Aydın Güç, 2015; Çakmak Gürel ve Işık, 2022; Dede ve Yılmaz, 2013, 2015; Ji, 2012; Kaiser vd. 2010; Kaiser ve Grünwald, 2015; Kaiser ve Stender, 2013; Küçükyılmaz, 2021; Tanner ve Jones, 1993; Özgen ve Şeker, 2021; Özturan Sağırlı, 2010; Zeytun, 2013) ve matematiksel modellemenin teknoloji ile desteklenmesine (Daher, 2021; Daher ve Shahbari, 2015; Galbraith, vd. 2007; Hıdıroğlu, 2012, 2015; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2015, 2016; Molina-Toro vd. 2019; Mousoulides vd. 2007; Siller ve Greefrath, 2010, 2020; Stohlmann, 2012) yönelik çalışmalar üzerine yoğunlaştığı görülmüştür.

2.1. Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Çalışmalar

Yapılan çalışmalar iki grupta sınıflandırılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları durum tespitine yönelik olup öğrencilerin modelleme yeterliklerinin ne düzeyde olduğu konusunda fikir sunmaktadır. Diğer taraftan ise yapılan çalışmalar modelleme yeterliklerinin gelişimini destekleme adına yapılmıştır.

Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelendiği çalışmalara bakıldığında, Şahin ve Eraslan (2016) tarafından yapılan çalışmada ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerin sunulan bir matematiksel modelleme problemine ilişkin model oluşturma süreci ve süreçte karşılaştıkları zorluklar incelenmiştir. Çalışma sonuçları öğrencilerin modelleme süreci boyunca günlük yaşamla ilgili varsayımları denedikleri, modele ilişkin fikirler ürettikleri ve modelin doğruluğunu gerçek yaşamla ilişkilendirerek test etmeye çalıştıklarını ortaya koymuştur. Karşılaşılan zorluklar açısından bakıldığında ise öğrencilerin problemi anlama ve nitel veriyi yorumlama gibi birtakım güçlüklerle de sahip oldukları tespit edilmiştir. Kant (2011) ortaokul sekizinci sınıf öğrencileri ile modelleme problemleri yardımı ile model oluşturma süreçlerini inceleyen nitel çalışma yapmıştır. 50

öğrenci ile grup çalışmasının ardından ölçüt örnekleme yardımıyla altı öğrenci belirlemiş ve öğrencilerin matematiksel modelleme problemini anlama, basitleştirme, değişkenleri belirleme, matematiksel modelleme problemi ile gerçek yaşam arasında ilişki kurma da güçlük yaşadığı tespit edilmiştir. Maaß (2006) ortaokul öğrencileri ile öğrencilerin model oluşturma sürecinde yaşadıkları ve karşılaştıkları güçlükleri inceleyen nitel bir çalışma yapmıştır. Süreçte öğrencilere uygulamış olduğu dört adet model oluşturma etkinliği ile matematiksel modelleme süreçlerini incelemiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde matematiksel ilişki kuramadıkları ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri kontrol edemediklerini fark etmiştir. Benzer bir çalışmada ise, Tutkun ve Kabar (2018) ortaokul yedinci sınıfa devam 24 öğrenciden amaçlı örneklem yöntemi ile seçilmiş altı öğrenci ile alan yazında geçen hava durumu modelleme problemi ile öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerini inceleyen nitel durum çalışması yapmışlardır. Örneklem iki gruba ayrılmış olup gruplara matematiksel modelleme problemi verilmiştir. Her iki gruptaki öğrencilerinde birbirinden farklı matematiksel çalışmalar yaparak doğrudan istenilen cevaba ulaşmak yerine tekrar tekrar başa döndükleri problemi farklı açılardan değerlendirmeye çalıştıkları döngüsel bir sürece girildiği görülmüştür. Öğrencilerin buldukları matematiksel modelleme problemlerine ait çözümleri gerçek hayata yorumlayamadıkları, çıktılarının doğruluğunu kontrol etmedikleri görülmüştür. Yapılan bir diğer çalışma ise, Ludwig ve Xu (2010) kendilerinin geliştirmiş olduğu altı farklı düzeyden oluşan modelleme yeterlik düzeylerine göre 9-11 ve 15-17 yaşları arasındaki öğrencilerin modelleme yeterlik düzeyleri incelenmiştir. İki farklı grup ile yapılan çalışmada öğrencilerin modelleme yaparken cinsiyet farklılıkları ve yaş gruplarının farklı olmasının modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ludwig ve Xu (2010) matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinde cinsiyet ile alakalı anlamlı bir farklılık tespit edememişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin yaş grupları artış gösterdikçe yeterlik düzeylerinin pozitif yönde artış gösterdiği tespit edilmiştir.

İfade edilen bu çalışmalarda özellikle ortaokul düzeyindeki öğrencilerin modelleme yeterliklerinin düşük olduğu ve modelleme sürecinin farklı aşamalarında zorluklar yaşadıkları ortaya konmuştur. Yine alan yazında modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi adına çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu çalışmalar genellikle deneysel ve uzun süreli çalışmalardır. Örneğin deneysel bir çalışma Özgen ve Şeker (2020) tarafından yürütülmüştür. Yapılan çalışmada altıncı sınıfta okuyan 34 öğrencinin modelleme

becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Öğrenciler deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmış olup öğrencilerin matematiksel modelleme bilgilerinin aynı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunda matematiksel modelleme problemleri uygulanmış olup, kontrol grubunda ise matematik uygulamaları dersi problemleri uygulanmıştır. Matematiksel modelleme problemlerinin kullanıldığı deney grubunda modelleme becerilerinin gelişim gösterdiği ancak yorumlama ve doğrulama basamaklarının diğer basamaklara göre daha az gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Özgen ve Şeker (2020) bu durumu öğrencilerin daha önce karşılaşmış oldukları geleneksel problemlerde yorumlama ve doğrulama basamağının olmamasından kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Kontrol grubunda ise herhangi bir gelişim gözlenmemiştir. Bir diğer çalışmada ise, Alkan (2019) 26 yedinci sınıf öğrencisi ile matematiksel modelleme etkinliklerinden oluşan yedi haftalık bir öğretim süreci gerçekleştirmiştir. Ön test-son test uygulayarak öğrencilerin okuduğunu anlama becerisi ile matematiksel modelleme yeterliği arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin okuduğunu anlama becerisi ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında pozitif yönde ilişki olduğu görülmüştür. Alkan öğrencilerin modelleme yeterliklerinden ‘Problemi anlama’ ve ‘Sadeleştirme’ basamaklarında başarılı olduklarını ‘Yorumlama’ basamağında ise genel olarak başarısız olduklarını tespit etmiştir. Kaygısız (2021) ilkökul dördüncü sınıf öğrencileri ile nitel yaklaşımla desenlenen öğretim modeli kullandığı bir çalışma yapmıştır. Amaçlı örneklem yardımı ile üç öğrenci seçilmiş ve çalışma dokuz hafta sürmüştür. Öğrencilerin yeterliklerinin farklı düzeylerde geliştiği görülmüştür. Bu durumun öğrencilerin daha önce matematiksel modelleme problemleri ile karşılaşmamalarından kaynaklı olduğu, öğrencilerin sürece alışmalarından sonra yeterliklerinin gelişim gösterebileceği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmaların daha uzun süreli olması durumunda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin daha fazla gelişim gösterebileceği tespit edilmiştir. Biccadd (2010) yedinci sınıf öğrencilerinin grup halinde çalışmalarını sağlayarak matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl geliştiğini inceleyen bir çalışma yapmıştır. Matematiksel modellemeyi konunun içerisinde değil matematik öğretiminin en başında vererek modelleme programı aracılığı ile öğrencileri matematik yeteneği zayıf ve matematik yeteneği güçlü olacak şekilde iki gruba ayırmıştır. Dört ay boyunca öğrencilerin üç adet matematiksel modelleme problemi çözmesi sağlanmış ve yeterlik durumlarına bakılmıştır. Araştırmada matematik yeteneği zayıf

öğrencilerin daha çok gelişme gösterdiği görülmüştür. Yeterliklerin bazılarının çok iyi gelişim gösterdiği, bazılarının gelişim göstermesi için daha uzun zaman gerektiği sonucuna varılmıştır. Özturan Sağır (2010) yapmış olduğu çalışmada 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki başarılarına matematiksel modellemenin etkisini incelemiştir. Kontrol grubu ve deney grubu olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Kontrol grubuna geleneksel türev problemleri, deney grubuna ise türev konusu ile alakalı matematiksel modelleme problemleri sunulmuştur. Çalışmanın sonucunda deney grubunun kontrol grubuna göre daha yüksek veriler elde edildiği görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini sıra dışı bularak problemlerin daha fazla yorum gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışma ise Dede ve Yılmaz (2015) tarafından altıncı sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Yapmış oldukları eylem araştırması ile öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar, öğrenciler ve öğretmenleri ile 12 eylem planı uygulamışlardır. Uygulanan ilk eylem planında öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine alışmaları sağlanmış daha sonrasında yeterliklerde yaşanan sıkıntılara odaklanarak bunların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin problemi anlama, basitleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliklerini kolayca başardıkları ancak yorumlama ve doğrulama basamaklarında daha fazla odaklanılması gerektiğinin kanısına varılmıştır. Kocayayla (2019) da ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin modelleme yeterlikleri inceleyen nitel eylem araştırması yapmıştır. Ludwig ve Xu'nun (2010) modelleme yeterlikleri esas alınarak öğrencilerin yeterlikleri belirlenmiştir. Araştırmanın sonunda öğrencilerin matematik dersine olan tutumlarının olumlu yönde değiştiği, matematiği daha iyi anlamlandırdıkları görülmüştür.

2.2. Matematiksel Modellemeye Teknolojinin Entegre Edildiği Çalışmalar

Matematiksel modellemeye teknolojinin entegre edildiği çalışmalar incelendiğinde teknolojinin; model oluşturma basamağında kullanılması, matematiksel modeli çözüm basamağında kullanılması ve matematiksel modeli revize edip tekrar düzeltme basamağında kullanıldığı görülmektedir. Model oluşturma aşamasında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Greefrath ve Siller (2017) Geogebra kullanarak matematiksel modelleme etkinliklerini dijital ortama taşıdıkları nitel bir çalışma yapmışlardır. Öğrencilerin GeoGebrayı kullanarak gerçek modeli, matematiksel modeli ve modellemeyi

matematikselleştirme basamaklarını gerçekleştirebildikleri tespit edilmiştir. Ancak yapılan çalışmada öğrenciler GeoGebra ile buldukları sonuçları yorumlama ve doğrulama yapmada yetersiz kalmışlardır. Benzer bir çalışmada ise, Daher (2021) internet ve GeoGebra kullanılarak matematiksel modelleme problemlerini teknoloji destekli olarak çözülmesinin öğrencilerin motivasyonunu nasıl etkilediğini incelemiştir. Araştırma problemi Roc kuşunun kanadının GeoGebra ile çizilmesini hedeflemektedir. Öğrenciler internet yardımı ile Roc kuşuna benzeyen kuşların resimlerini bulmuş ve bunu GeoGebra üzerine alarak kanadını ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Daher kendi açıklamış olduğu motivasyon ve duygu örüntüleri ile öğrencilerin süreç içerisindeki durumlarını tespit etmiştir. Yapılan çalışma sonunda öğrencilerin grup ile çalışmaktan keyif aldığını, teknolojik araçlar kullanmanın modelleme problemini çözmeyi daha kolay hale getirdiği tespit edilmiştir.

Teknolojinin matematiksel modelleme problemlerinin çözüm aşamasında kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde, Hıdıroğlu (2012) GeoGebra yazılımının, video, animasyon ve ScreenHunter programının destekleri ile oluşturduğu teknoloji destekli ortamda öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerini inceleyen nitel bir çalışma yapmıştır. Öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini çözüm sürecinde sağlanan dijital ortamlardan faydalanmışlardır. Teknolojinin modelleme sürecini kolaylaştırdığı öğrencilerin matematik bilgilerini de kullanarak farklı yaklaşımlar sergiledikleri tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada ise Saka ve Çelik (2018) GeoGebra yazılımı içeren ve internet erişimine açık bilgisayar temininde bulunmuş ve matematiksel modelleme problemlerini çözmede teknolojinin etkisini incelemişlerdir. Öğrencilerin matematiksel modelleme problemini anlamlandırma basamağı hariç diğer basamaklarda dijital ortamı kullandıkları görülmüştür. Teknolojinin modelleme probleminin çözüm sürecinin karmaşıklığını kolaylaştırdığını, öğrencilerin verilere kolay bir şekilde ulaşılabilmesini, problemde verilmeyen değişkenleri belirlerken zorluk yaşamadıklarını tespit etmiştir.

Teknolojinin matematiksel modeli revize edip tekrar düzeltme basamağında kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde Molina-Toro, vd. (2019) öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin her aşamasını deneyimleyebilmeleri için teknolojinin başka fırsatlar sunduğunu ifade etmişlerdir. Teknolojinin modelleme sürecinde bir zorluğu çözmek ya da kolaylaştırmak için değil, sürecin gelişiminde etkili olduğu ayrıca süreci tasarlayan bir

kaynak olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları modelleri kontrol etme ve yeniden düzeltmeleri gerektiğinde teknolojiden faydalandıkları görölmüştür. Matematik öğretiminde ve matematiksel modelleme sürecinde teknoloji kullanılmasının farklı seviyelerde öğrencilerin öğrenimini kolaylaştırdığı savunulmuştur.

Alan yazı incelendiğinde öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini inceleyen çalışmalara rastlanmıştır. Öğrencilerin MM yeterliklerinde basitleştirme ve yorumlama basamaklarında genel olarak başarısız oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde de ortaokul öğrencilerinin teknoloji tabanlı ortamda MM yeterliklerini inceleyen çalışmaların az olduğu görölmektedir. Yapılan çalışmalar teknolojinin matematiksel model oluşturma, matematiksel modeli çözme ve oluşturulan matematiksel modeli revize edebilme basamaklarında kullanıldığı görölmüştür. Yapılan bu çalışmada matematiksel modelleme probleminin sunum aşamasında video tabanlı problemlerden faydalanılarak teknoloji kullanılmıştır. Bu durumda ortaokul öğrencilerinin teknoloji tabanlı ortamda MM yeterliklerinin araştırılması ön görölmüştür.

3. KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde matematiksel model, matematiksel modelleme, matematiksel modelleme döngüleri, matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme problemleri, video tabanlı matematiksel modelleme problemleri açıklanmıştır.

3.1. Matematiksel Model

Dünya teknoloji çağına uymaya çalışırken matematiğin önemi daha da artmıştır. İnsan hayatı ve bilim dünyasındaki problemlerin matematiksel modellere dayandırılması ve modeller kullanılarak açıklanabilmesi matematiğin önemini göstermektedir (Stacey, 2015). Soyut ve karmaşık olay veya olguları anlaşılabilir duruma getirmek için kullanılan matematiksel modeller, zihinlerde oluşturulan soyutlama, genelleme ve anlamlı kılma süreçlerini açıklayan şemalardır (Lesh ve Doerr, 2003; Kertil, 2008). Matematiksel modeller doğrudan görünmeyen, tecrübe edilemeyen, gerçek hayat problemlerinin karmaşık sürecinin basitleştirilmesini sağlayan zihinsel nesnelerdir (Çiltaş, 2011; Harrison, 2001). Problemin gerçek hayat durumuna uygun bir şekilde sadeleştirilmesi, genellenebilmesi, kıyaslama yapılabilmesi için matematiksel modeller zihinde oluşturulan yapıların dış temsilleridir (Bender, 1978; Daupeto ve Parenti, 1999; Lesh ve Doerr, 2003). Başka bir ifadeyle, insanların gerçek dünyada karşılaştıkları problemleri anlamlandırabilmeleri için önemli olan matematik ile ilgili soyut veya somut araçlardır (Bukova Güzel, 2016). Literatürde farklı tanımlar yer almakta olup, bu çalışmada temel alınan matematiksel model tanımı şu şekildedir: Matematiksel model grafik, formül, eşitlik, tablo gibi herhangi bir temsil biçimi olmakla birlikte gerçek hayat durumunu tahmin etmek, açıklamak, düşünmek ya da yorumlamak için kullanılan kavramsal sistemlerdir (Doerr ve Tripp, 1999).

3.2. Matematiksel Modelleme

Modelleme kavramı, gerçek hayat problem durumlarını anlamlandırma, yorumlayabilme, açıklayabilme süreçlerinin zihinde düzenlenebilmesi, farklı şemalar kullanılarak model oluşturma sürecidir (Lesh ve Doer, 2003). Matematiksel modelleme en genel tanımı ile gerçek hayatta karşılaşılan durumların matematiksel dile aktarılarak çözüldüğü ve

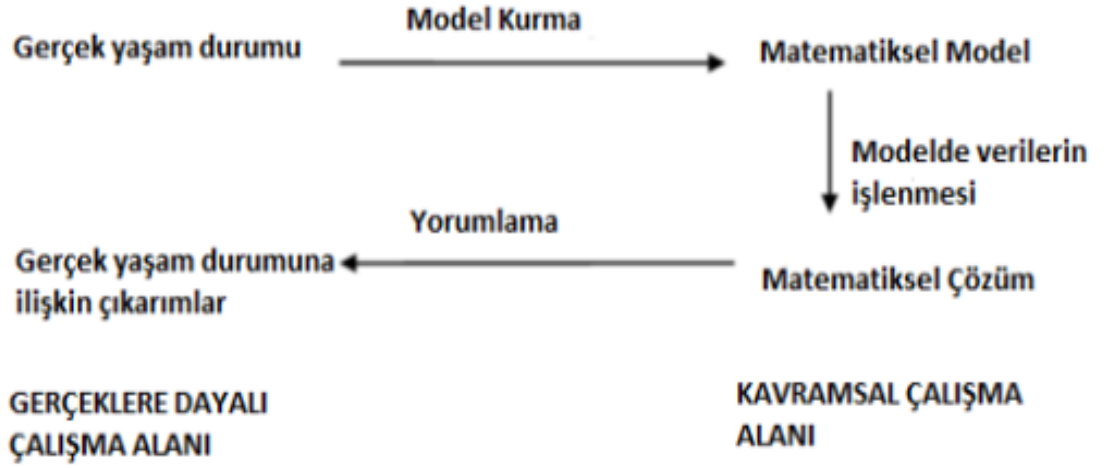
bulunan çözümlerin tekrar gerçek hayata yorumlanabildiği döngüsel süreçtir (Czoher, 2017; Haines ve Crouch, 2007). Diğer bir ifadeyle, gerçek hayat problemlerini çözmek için matematiksel yöntemlerin kullanılması matematiksel modelleme süreci olarak açıklanmaktadır (Stender ve Kaiser, 2015). Gravemaijer (2002) matematiksel modellemeyi, gerçek hayat problemlerinde karşılaşılan durumların yapısını, temsiller kullanarak matematiksel dile aktarabilmek şeklinde tanımlamıştır. Hayata dair problemleri çözebilmek için kullanılan matematik formülleri, kuralları matematiksel ifadeler kullanarak yazıya dökülebilmek matematiksel modellemenin en önemli işlevidir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009).

Sorgulayan, kendi gerçeklerini bulmaya çalışan bir nesil yetiştirebilmek için öğrencilere gerçek yaşam durumlarının olduğu problemler sunmak gerekmektedir. Gerçek hayat problemlerinin basitleştirilmiş durumlarını temsil eden sözel problemlere fazladan veri ekleyerek ya da hali hazırda bulunan verileri çıkararak tahmin etmelerini sağlayacak, problemi küçük aşamalara bölerek, kendi formüllerini üretmelerini sağlamak gerekmektedir (Greer, 1997).

3.3. Matematiksel Modelleme Süreç Döngüleri

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecindeki becerileri; modelleme problemlerinin ne kadar etkin olduğundan, öğrencilerin matematiksel modelleme ile ilgili deneyimlerinden, bireysel farklılıklarından, bilişsel gelişimlerinden etkilenmektedir. Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecindeki, karşılaştıkları engeller ve bu engellerin üstesinden gelme biçimlerini anlamamızda etkili yollardan biri modelleme döngüleridir (Bukova Güzel, 2016; Galbraith ve Stilmann, 2006; Galbraith vd. 2007). Bu bağlamda alan yazında matematiksel modelleme sürecini ifade eden birçok döngü bulunmaktadır (Blum ve Leiß, 2007; Borromeo Ferri, 2006).

Müller ve Witmann (1984) gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda oluşturdukları matematiksel modelleme süreci Şekil 3.1’de şematize edilmiştir.

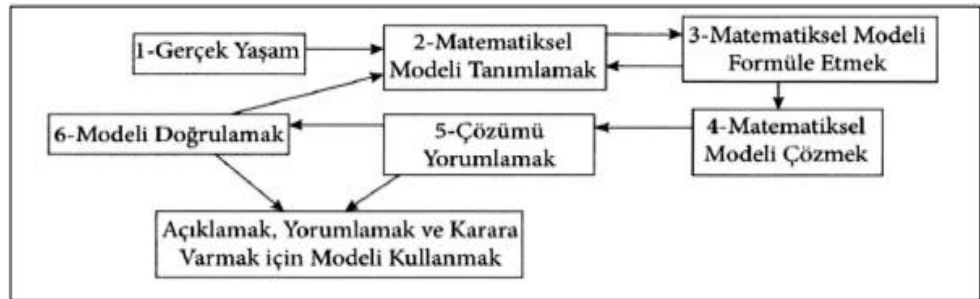


Şekil 3. 1. Müller ve Wittmann'a göre Modelleme Sürecinin Yapısı

Şekil 3.1'e göre Müller ve Witmann, matematiksel modelleme sürecini üç temel basamakta ele almışlardır.

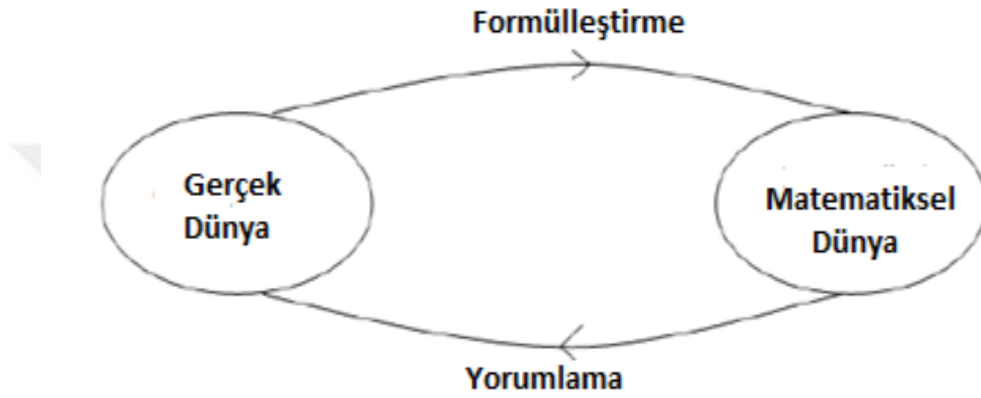
1. Modelin kurulması
2. Modelde veri işlenmesi
3. Yorumlanması

Ana yapı olan bu 3 temel basamağa gerçek hayat durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm ve gerçek hayat durumuna yönelik çıkarımları ekleyerek matematiksel modelleme sürecini ayrıntılı hale getirmişlerdir. Mason (1988) tarafından tanımlanan modellemedeki temel basamaklar Şekil 3.2'de verilmiştir.



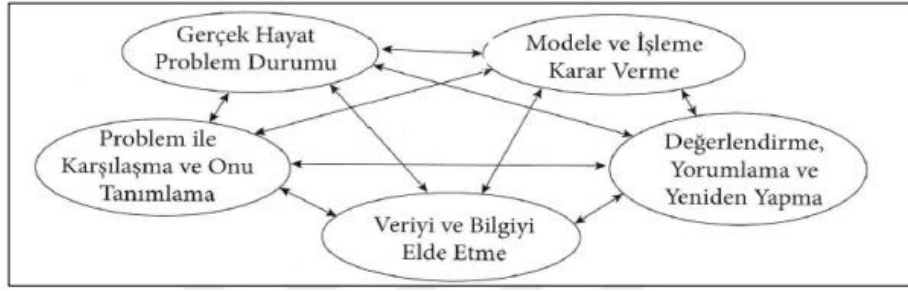
Şekil 3. 2. Mason'a göre Modellemedeki Temel Basamaklar

Şekil 3.2’de sunulduğu üzere Mason matematiksel modelleme sürecini altı adımda tanımlamıştır. Modelleme döngüsüne gerçek yaşam durumu ile başlamaktadır. Basamakları arasında doğrusal olmayan geçişlerle açıklamış, sürecin döngüsel olduğunu göstermiştir. Modelleme sürecini gerçek hayat ile matematiksel dünya arasındaki ortak nokta olarak göstermiştir (Demir, 2022). Berry ve Houston (1995)’a göre matematiksel modelleme döngüsü Şekil 3.3’te verilmiştir.



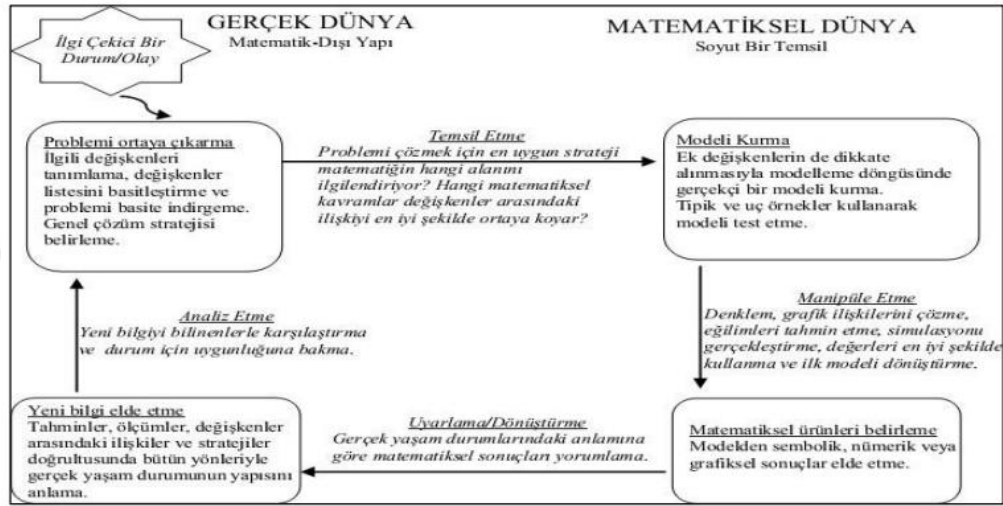
Şekil 3. 3. Berry ve Houston’a göre matematiksel modelleme döngüsü

Şekil 3.3’e göre Berry ve Houston (1995) matematiksel modelleme sürecini açıklarken üç temel aşamadan bahsetmişlerdir. Birinci aşamada gerçek hayat problemini uygun matematiksel yapılar kullanılarak matematiksel modele dönüştürmektir. İkinci aşamada uygun matematiksel yapılar kullanılarak oluşturulan matematiksel modeli çözmektir. Üçüncü aşamada ise çözülen matematiksel modelin sonuçlarını tartışmak, çözümü yorumlamak, oluşturulan modeli doğrulamak ve gerçek dünyaya transfer edebilmektir (Çakmak Gürel, 2018; Demir, 2022). Doerr (1997)’ e ait modelleme süreci Şekil 3.4’ te verilmiştir.



Şekil 3. 4. Doerr'e göre Modelleme Süreci

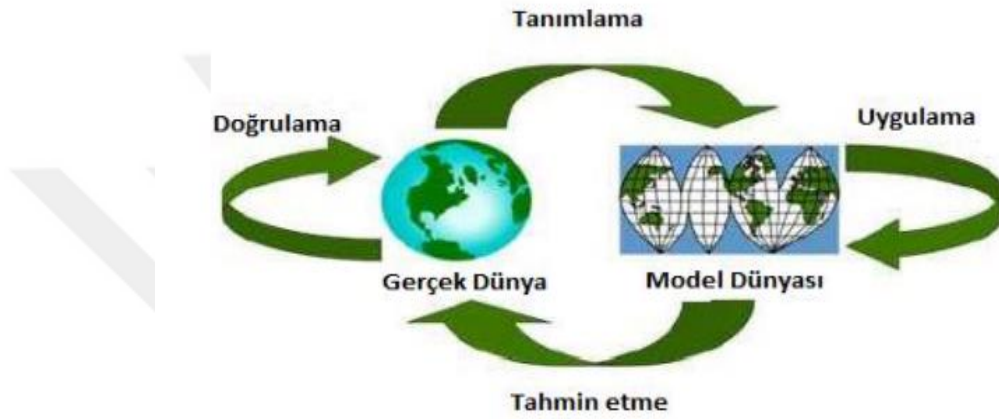
Şekil 3.4'ten anlaşılacağı üzere Doerr matematiksel modelleme sürecindeki basamaklar arasında doğrusal bir geçiş olması gerekmediğini beş basamağın kendi arasında etkileşim içinde olduğunu belirtmiştir. Abrams (2001) tarafından ortaya konan modelleme döngüsü Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3. 5. Abrams'a göre Matematiksel Modelleme Döngüsü

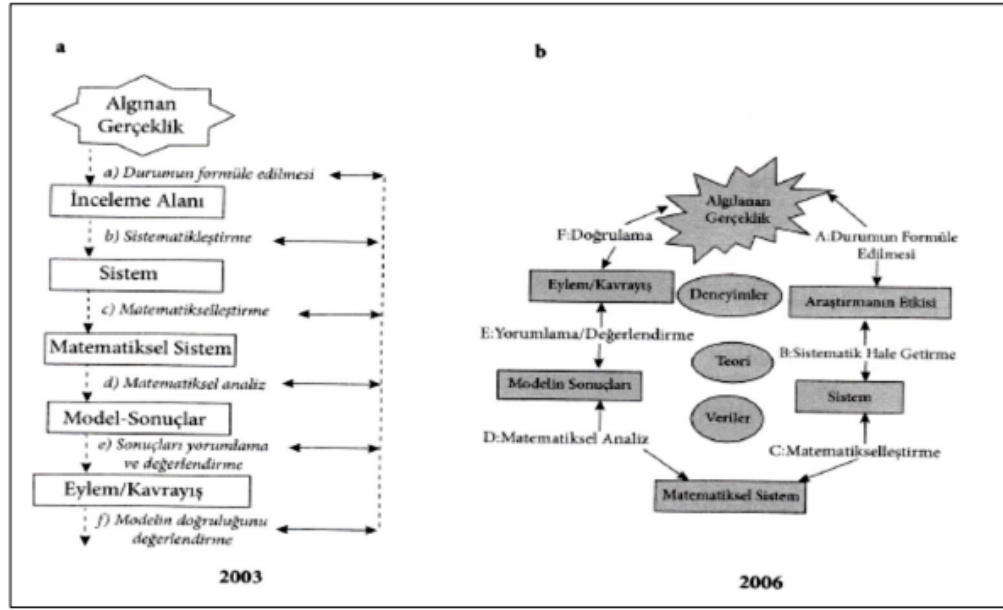
Şekil 3.5'e göre matematiksel modelleme döngüsünü dört temel aşamada ele alan Abrams (2001) ilk aşamayı matematik dışı yapı olan gerçek hayat ile başlatmıştır. Problem ile ilgili değişkenleri tanımlayarak ve değişkenleri basite indirgeyerek genel çözüm stratejisi belirlemeyi ilk aşamaya almıştır. Problemi çözmek için uygun strateji belirlendikten sonra ikinci aşama olan modeli kurma aşamasına geçmiştir. Kurulan modeli denklem, grafik, simülasyonlar yardımı ile test ederek üçüncü aşama olan matematiksel ürünleri belirleme aşamasına geçmiştir. Gerçek hayat problemine dair kurulan modelden sembolik, nümerik ya da grafiksel sonuçlar elde ettikten sonra matematiksel sonuçların yorumlanmasını

belirlemiştir. Dördüncü aşama olan yeni bilgi elde etmeyi gerçek yaşa durumunun yapısını anlama olarak açıklamıştır. Elde edilen yeni bilgiyi bilinenler ile karşılaştırarak analiz edilmesini durum için uygunluğuna bakılması gerektiğini tespit etmiştir. Abrams (2001)'e göre matematiksel modelleme döngüsü gerçek dünyadan matematiksel dünyaya, matematiksel dünyadan gerçek dünyaya geçişin olduğu bir döngüdür. Lesh ve Doerr (2003)'e göre matematiksel modelleme döngüsü Şekil 3.6'da verilmiştir.



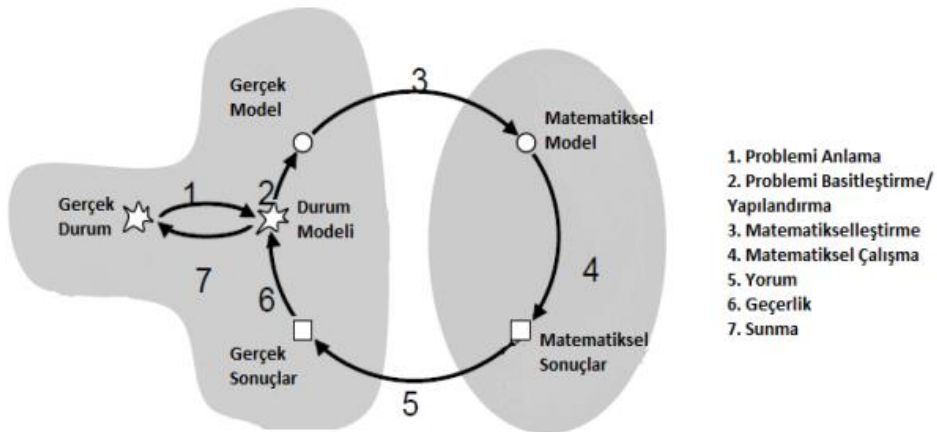
Şekil 3. 6. Lesh ve Doerr 'e göre matematiksel modelleme döngüsü.

Şekil 3.6 incelendiğinde Lesh ve Doerr (2003) oluşturdukları modelleme döngüsünü dört temel adımda açıklamışlardır. İlk adım tanımlama: gerçek hayat durumuna uygun verilen problemi modellemeye taşımaktır. İkinci adım uygulama: modelin uygulanması ve hesaplanmasıdır. Üçüncü adım tahmin etme: modellemeden elde edilen sonuçların tekrar gerçek hayata uyarlanmasıdır. Dördüncü adım doğrulama: tahminlerin gerçek hayat durumlarında kullanılabilirliğin tespit edilmesidir. Gerçek hayat probleminin matematiksel modele, matematiksel modelin gerçek hayat durumuna dönmesini sağlayan bir döngüdür. Blomhoj ve Jensen (2003; 2006) tarafından ortaya konan iki modelleme döngüsü Şekil 3.7'de verilmiştir.



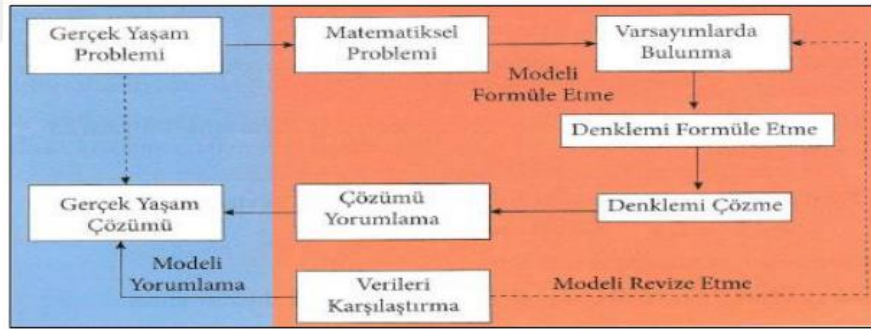
Şekil 3.7. Blomhoj ve Jensen'e göre Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Etkenler

Şekil 3.7 de görüldüğü üzere Blomhoj ve Jensen, 2003 yılında modelleme sürecinin altı adımda oluştuğunu ve doğrusal olarak ilerlediğini, 2006 yılında ise modelleme sürecinin doğrusal olmadığını döngüsel olduğunu belirtmişlerdir. 2006 yılında revize ettikleri modelleme sürecine deneyim, teori ve verileri ekleyerek sürecin her adımında bu üçünün etkisi olduğunu ifade etmişlerdir. Şekil 3.8' de Blum ve Leiß (2007)'e göre matematiksel modelleme döngüsü verilmiştir.



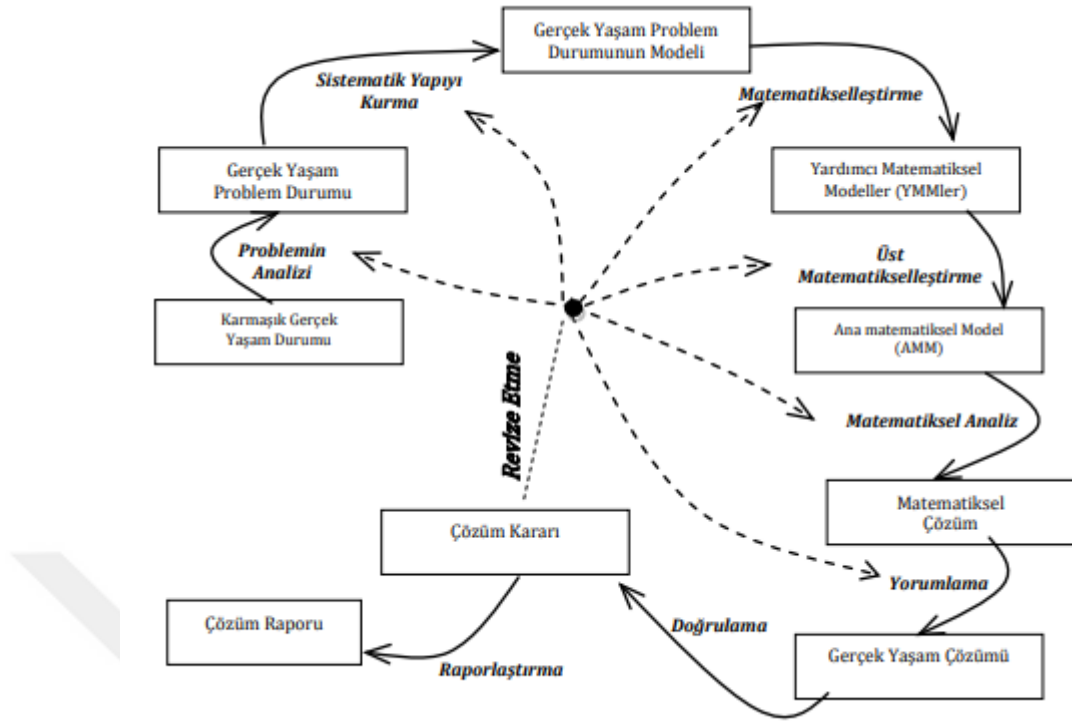
Şekil 3. 8. Blum ve Leiß'e göre Matematiksel Modelleme döngüsü

Şekil 3.8'e göre Blum ve Leiß modelleme döngüsünü altı temel adımda tanımlamıştır. Altı temel adım arasında geçişi sağlayabilmek için bilişsel yeterlilikler olduğunu ifade etmişlerdir. İlk adım gerçek durumdur. Öğrencinin gerçek hayat problemini anlayarak, zihinsel gösterimini yapması ve ikinci adım olan durum modeline geçmesi beklenmektedir. Oluşturulan durum modeli daha sade bir hale getirilerek Blum ve Leiß'e göre basitleştirilir ve daha anlaşılır bir hale getirilir. Basitleştirilen model sonucunda üçüncü adım olan gerçek model ortaya çıkarılır. Gerçek model matematikselleştirilerek dördüncü adım olan matematiksel modele ulaşılır. Öğrenciler matematiksel modele uygun matematiksel araçlar kullanarak oluşturulan matematiksel modeli çözebilir ve beşinci adım olan matematiksel sonuçları ortaya çıkarabilirler. Matematiksel sonuçlar yorumlanarak altıncı adım olan gerçek sonuçlara ulaşılır. Ulaşılan gerçek sonuçlar ile ilk adımda yapılan zihinsel gösterimler kıyaslanarak uyumlu olup olmadığına bakılır, sonucun geçerliliği sağlanır. Son olarak bulunan sonuç sunularak döngü tamamlanmaktadır. Cheng (2010; akt Bukova Güzel, 2016) a ait matematiksel modelleme süreci Şekil 3.9' da verilmiştir.



Şekil 3. 9. Cheng'e göre Matematiksel Modelleme Süreci

Şekil 3.9 incelendiğinde teknolojiyi matematiksel modellemeye entegre ederek öğretmeyi amaçlayan Cheng (2010) matematiksel modelleme sürecini yedi aşamada açıklamıştır. Gerçek yaşam problemi ile matematik dünyasının arasındaki etkileşim sürecini açıklayarak, modelleme sürecinde gerçek yaşam probleminde karşılaşılabilecek karmaşıklığın ortadan kaldırılması için teknoloji ile iç içe olması gerektiğini savunmuştur. Hıdıroğlu (2015)'e ait modelleme sürecinin temel yapısı Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3. 10. Hıdıroğluna göre Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı

Şekil 3.10 incelendiğinde Hıdıroğlu (2015) yapmış olduğu çalışmada süreç modelini şu şekilde açıklamaktadır; verilen karmaşık gerçek yaşam durumunun analizi yapıldıktan sonra gerçek yaşam problem durumuna çevirir. Problem durumunun modelinin oluşturulabilmesi için öğrenci zihninde durumu sadeleştirmeye çalışır ve problemi kendi düşünceleri ile açıklayama çalışır. Bu sayede gerçek yaşam probleminin karmaşıklığının ortadan kalktığını belirten Hıdıroğlu diğer basamaklara geçişin kolaylaştığını vurgulamıştır. Gerçek yaşam problem durumunun modeli oluşturulduktan sonra değişkenler, sabitler ve parametreler, teknolojik araçlar gibi yardımcı matematiksel modeller elde edilerek matematikselleştirme basamağı, yardımcı matematiksel modellerden faydalanarak ana matematiksel model elde edilir ve üst matematikselleştirme basamağı tamamlanmış olur. Üst matematikselleştirme ile elde edilen ana matematiksel model ile ilgili hesaplamalar yapılarak matematiksel çözüm ve sonuçlara ulaşılır. Hıdıroğlu bu basamağı matematiksel analiz olarak açıklamıştır. Bulunan matematiksel çözüm ve sonuçların anlamlı olabilmesi için gerçek yaşama yorumlanması gerektiğini savunmuştur. Doğrulama basamağında ise bulunan matematiksel çözüm ile gerçek yaşam çözümü irdelenerek modelin geçerliliği tespit edilir ve çözüm karara bağlanarak raporlaştırılır.

Matematiksel modelleme süreçleri incelendiğinde, bu sürecin gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında döngüsel bir süreç olduğu ön plana çıkmaktadır. Matematiksel modelleme süreci, temel basamaklar ile alt basamaklar farklı bakış açıları ile değerlendirilmektedir.

3.4. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Öğrencilerin matematiksel modellemeyi yapabilmeleri için modelleme yeterlikleri kullanılması gerekmektedir (Tekin- Dede, 2015). Bu nedenle modelleme yeterliği önemli bir kavramdır. Modelleme yeterliğini açıklamadan önce yeterlik kavramının anlaşılması gerekmektedir. TDK yeterlik kelimesini, bir işi yapma gücünü sağlayan özel bilgi olarak tanımlamaktadır. Blomhøj ve Jensen (2003), kişinin karşılaştığı zor bir duruma hazır olabilmesi ve zorluğa karşı kaçınma davranışını göstermemektir. Stillman vd. (2007)'a göre yeterlik, bireyin karşılaştığı problem sonucunda karar alabilmesi ve aldığı kararı sonuca bağlayabilmesi için gerekli özgün ve bireysel aktiviteleri gösterebilmeleridir. Maaß (2006) yeterlik kavramını, bireyin sahip olduğu beceri ve yeteneği kendi hayatında kullanabilmesi ve bu beceri ve yeteneği hayatına geçirecek motivasyona sahip olabilmesi olarak tanımlamaktadır. Niss (2003) yapmış olduğu çalışmada matematikte ustalaşabilmenin ilk adımını matematiksel yeterlik olarak açıklamıştır. Niss (2003)'e göre matematiksel yeterlik, matematiğin rol aldığı veya rol alabileceği durumlarda matematiği anlayabilme, yorumlayabilme ve uygulayabilme yeteneğidir. Niss vd. (2007)'ye göre matematiksel modelleme yeterliğini, bireyin verilen gerçek yaşam problemini çözerken, problem ile ilgili değişkenleri, ilişkileri, problem durumu ile ilgili tahminleri tanımlama, matematiksel hale getirebilme ve elde edilen matematiksel sonuçları gerçek yaşama uygun şekilde yorumlama, doğrulayabilme, verilen bir modelin kapsamını ve özelliklerini kontrol edebilme, modeli analiz edebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Blum (2002)'e göre modelleme yeterliği; problem durumunu matematikselleştirme, yorumlama ve çözümleme becerisinin yanında matematiksel modelle çalışma, modeli doğrulama, modeli ve sonuçlarını değerlendirebilme, analiz edebilme ve modelleme sürecini bireyin kendi öz düzenlemesi olarak tanımlamıştır. Maaß (2006)'e göre matematiksel modelleme yeterliği ise, bireyin matematiksel modelleme sürecini gerçekleştirebilmesi için sahip olması gereken yetenek ve becerilerin hepsidir. Blum ve Kaiser (1997) tarafından

geliştirilen ve Maaß (2006) tarafından uyarlanan matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri aşağıda Şekil 3.11’de açıklanmıştır.

A)Gerçek durumu anlama ve gerçekçi bir model kurma yeterliği • 1. Modelleme durumu için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme • 2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme • 3. Değişkenler arası ilişkileri oluşturma • 4. Modelle durumunu çözmek için uygun/ulaşılabilir bilgileri bulma ve ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme	B. Gerçek modelden matematiksel modeli kurma yeterliği • 1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme • 2. Gerekğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ayrıca nicelik ve ilişkilerin sayısı ile karmaşıklığını azaltma • 3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme	C. Matematiksel model içerisinde matematiksel soruları çözme yeterliği • 1. Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, probleme farklı bir formda bakma, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejiler kullanma • 2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma
D. Matematiksel sonuçları gerçek hayata yorumlama yeterliği • 1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama • 2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme • 3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme	E. Çözümü doğrulama yeterliği • 1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma • 2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme • 3. Modelleme durumunu çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme	

Şekil 3. 11. Maaß’a göre Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve alt yeterlikleri

Şekil 3.11 incelendiğinde Maaß (2006)’ya göre matematiksel modelleme yeterlikleri beş ana basamakta incelenmiştir. Gerçek durumu anlama ve gerçekçi bir model kurma yeterliği, gerçek modelden matematiksel modeli kurma yeterliği, matematiksel model içerisinde matematiksel soruları çözme yeterliği, matematiksel sonuçları gerçek hayata yorumlama yeterliği, çözümü doğrulama yeterliği şeklindedir.

Ikeda ve Stephens’a (1998) göre, öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek için hangi soruların cevaplanması gerektiği (akt. Maaß, 2006) açıklanmıştır:

1. Öğrenci problemin temel matematiksel odağını belirledi mi?
2. Öğrenci ilgili değişkenleri doğru bir şekilde belirledi mi?
3. Öğrenci koşulları ve varsayımları idealleştirdi ya da sadeleştirdi mi?
4. Öğrenci analiz edilecek esas bir değişken belirledi mi?
5. Öğrenci başarılı bir şekilde esas değişkeni analiz edip, uygun matematiksel sonuçlar elde etti mi?
6. Öğrenci modellenen durum açısından matematiksel sonuçları yorumladı mı?

3.5. Matematiksel Modelleme Problemleri ve Özellikleri

Matematiksel modelleme problemleri ise öğrencilerin grup ile sosyal iletişimi arttırarak çalışmasını sağlayan, gerçek yaşam ile matematik bilimi arasında köprüyü oluşturan, öğrencileri sorgulamaya teşvik eden ve farklı bakış açılarını düşündürmeye ileten problemlerdir (Bukova Güzel, 2019). Matematiksel modelleme problemleri geleneksel problemlere göre kıyaslandığında daha açık uçlu, farklı yorumlara açık, grup çalışmasının yapılabildiği, gerçek hayatla ilişkili, belirgin olmayan çözüm stratejileri içeren yapıya sahiptir.

Modelleme problemleri çözülürken öğrencinin farklı yönlerde gelişimini sağlayan durumlar vardır. Maaß (2010) tarafından yapılan çalışmada matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin gelişimini olumlu yönde etkileyen durumları aşağıdaki Tablo 3.1'deki modelleme görevlerinin sınıflandırma şemasında tanımlamıştır.

Tablo 3. 1. Modelleme görevleri için sınıflandırma şeması (Maaß, K. (2010)).

Sınıflandırma isimleri		Sınıflandırma kategorileri						
Modelleme görevleri için	I. Modellemenin odak noktası	Bütün Süreç	Durumu anlama	Gerçek modelin oluşturulması	Matematikselleştirme	Matematiğin çalışması	Yorumlama	Doğrulama
	II. Veri	Gereksiz	Kayıp	Gereksiz ve eksik	Tutarsızlık	Eşleştirme		
	III. Gerçeklik ilişkisi	Otantik	Yakın gerçeklik	Yerleşik	Yapay	Fantastik		
	IV. Durum	Kişisel durum	Mesleki durum	Genel durum	Bilimsel durum			
	V. Modelin kullanılma hali	Tanımlayıcı	Normatif					
	VI. Temsilin gösterilişi	Metin	Resim	Metin ve resim	Malzeme	Durum		
Genel Sınıflandırma	VII. Açıklık görevi	Örnek Çözöldü	Belirleme görevi	Tersine Çevirme görevi	Kompleks problem	Kompleks ve Tersine çevirme problemi	Durum Bulma	Açık problem
	VIII. Bilişsel talep	Matematik ötesi modelleme	Matematiğin çalışması	Temel fikirler	matematik içeren metinlerle uğraşmak	matematiğin çalışması olarak akıl yürütme	Anlaşma ile matematiğin temsilcileri	
	IX. Matematiksel İçerik	Matematiğin çalışması alan	Okul seviye					

Tablo 3.1 de Maaß (2010) modelleme problemlerini modellemenin odak noktası, verinin eksikliği, gerçeklikle olan ilişkisi, durumu, modelin kullanılma amacı, temsilin gösterilişi, açıklığı, bilişsel talebi ve matematiksel içeriğine göre sınıflandırmıştır. Maaß (2010) modelleme yeterliklerinin gelişimini desteklemek için I, II ve VII sınıflandırmaları özellikle önemli olduğunu ifade ederken, III-V (ve kısmen VI) sınıflandırmalarının öğrencileri gerçek hayata hazırlanma konusunda önemli olduğunu belirtmiştir. Görevi belirli bir hedef gruba yönlendirmek için ise, VIII ve IX sınıflandırmalarını göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Tablo 3.1’de görüldüğü üzere matematiksel modelleme problemleri sınıflandırılmış fakat bu sınıflandırmada teknoloji tabanlı modelleme problemlerine yer verilmemektedir. Aslında şimdiye kadar matematiksel modelleme problemlerinin sınıflandırılmasında dijital araçların ve medyanın kullanımı düşünülmemektedir (Greefrath ve Vos, 2021). Fakat son çalışmalarda matematiksel modelleme literatüründe bir yandan teknoloji açısından zengin ortamlar araştırılırken, diğer taraftan bilgi ve iletişim teknolojileri ile desteklenen modelleme problemlerinin incelendiği dikkat çekmektedir (Greefrath ve Vos, 2021). Bu çalışmada önce teknoloji

tabanlı matematiksel modellemeden söz edilmektedir. Ardından teknolojinin modelleme problemlerine entegrasyonu bağlamında video tabanlı modelleme görevleri açıklanmaktadır.

3.6. Teknoloji Tabanlı Matematiksel Modelleme

Okul düzeyinde matematiksel modelleme için bilgisayar tabanlı öğrenme ortamları, matematik eğitiminde baştan çıkarıcı bir kavramdır. Teknoloji destekli ortamlar, modelleme bağlamlarını zenginleştiren ortamlardır (Daher, 2021). Bilgisayar, yazılım veya herhangi bir teknolojik araç öğrencinin problemi çözme yolunu değiştirebilir, daha iyi modeller ve çözümler geliştirmelerini sağlayabilir (Mousoulides vd, 2007). Daher ve Shahbari (2015) teknolojinin modellemede kullanımı için çeşitli gerekliliklerden söz etmektedir: Teknolojik matematiksel modelin oluşturulması için belirli teknolojik araçla oluşturulacak ortamın özelliklerine ilişkin kararların alınması, matematiksel eylemlerin teknolojik ortamda gerçekleştirilmesinin tartışılması, teknolojik ortama uygun yönetim kararlarının alınması, modelin teknolojik ortamda oluşturulması ve teknolojik matematiksel modelin gerçek örneklerle doğrulanması.

Modelleme aktivitelerine teknolojinin entegre edilmesinin çeşitli yolları vardır. Örneğin; matematiksel model yapılandırıldıktan sonra kullanılan teknolojik araçlar (Siller ve Greefrath, 2010), matematiksel model oluşturulurken kullanılan teknolojik araçlar (Ör; Daher, 2021), modeli daha rahat yinelemek ve değişkenleri değiştirmek için kullanılan teknolojik araçlar şeklinde üçe ayrılmıştır. Başka bir çalışmada teknolojinin matematiksel modelleme çalışmalarını iki yönde desteklediği belirtilmektedir (Molina-Toro, vd, 2019).

- Modelleme sürecinin gelişiminde kaynak olarak teknolojinin kullanımı; bu kaynak, katılımcıların eylemlerini dönüştürmelerini ve matematiksel duruma ilişkin analizlerini değiştirmelerini sağlar
- Modelleme süreçlerinin dinamiklerini yeniden organize eden olarak teknolojinin kullanımı; Bu rolde teknoloji, modelleme sürecinin revize edilmesine hizmet eder ve daha dinamik matematiksel modeller geliştirmeyi sağlar.

Blomhøj (1993) çalışmasında elektronik tablo programını modelleme etkinliklerine entegre etmiş ve katılımcıların çalışmalarını incelemiştir. Katılımcıların değişkenler arasındaki ilişkiyi elektronik tablo programı ile daha rahat ifade ettiklerini tespit etmiştir. Benzer şekilde Daher ve Shahbari (2015), elektronik tabloların öğretmen adaylarının teknolojik matematiksel modeli oluşturmalarına yardımcı olduğunu, elektronik tabloların entegrasyonunun model oluşturma farklı aşamalarında gerçekleştiğini bulmuşlardır. Christou vd. (2005) dinamik geometri programının matematiksel modellemede kullanımının öğrencilere problemi çözmede, alternatif çözüm üretmede, matematiksel model oluşturmada ve sonuçları doğrulamada yardımcı olduğunu tespit etmiştir. Mousoulides vd. (2007), teknolojik aracın kullanıldığı bir öğrenme ortamının, öğrencilerin modelleme problemi ile aktif bir şekilde meşgul olmalarını ve gerekli matematiksel yapıları geliştirmede öğrencilere yardımcı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca bu öğrenme ortamı öğrencilerin etkinliği fark etmelerine ve tanımlarına yardımcı olduğunu bulmuşlardır. Daher (2021) matematiksel modellemede teknolojinin kullanımı üzerine yaptığı çalışmada öğrencilerin modelleme problemlerini çözerken çeşitli dijital araçlar (İnternet ve Geogebra) kullanmalarını sağlamıştır. Ardından öğrencilerin motivasyonlarını incelemiş ve teknoloji destekli matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını olumlu yönde etkilediğini bulmuştur. Arzarello, vd. (2012) teknolojinin dinamik özelliklerinin, öğrencileri varsayım yazmalarında ve bu varsayımların doğrulanması veya çürütülmesinde, bağımsız ve bağımlı değişkenler üzerindeki kararlarını desteklediğini bulmuşlardır. Genel olarak Molina-Toro, vd. (2019), matematiksel modellemede teknolojinin rolü üzerine literatürü gözden geçirerek, literatürün modelleme döngüsünün bir parçasını oluşturan çeşitli modelleme süreçlerinin teknoloji desteğine işaret ettiğini ifade etmiştir.

Hem öğrencilerin kavramsal anlayışlarını hem de matematiksel gelişimlerini desteklemek için teknolojinin rollerinin araştırılmasına yönelik daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Mousoulides vd. 2007). İncelenen çalışmalar matematiksel modelleme problemlerinin çözümü sırasında kullanılan dijital araçların önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada ise teknolojik bir araç olarak video tabanlı matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin modelleme becerilerini destekleyip desteklemediği merak edilmektedir. Bu çalışmada modelleme probleminin sunulma aşaması teknoloji destekli

gerçekleştirilmiştir. Teknoloji destekli verilmeyen modelleme problemleri ile öğrencilerin modelleme becerilerinin karşılaştırılması hedeflenmektedir.

3.7. Video Tabanlı Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme problemleri birçok müfredatta kullanılmaya başlarken (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006), son zamanlarda dijital araçlar ve medyanın eğitimde kullanımı da benimsenmeye başladı (Drijvers et al. 2016). Şimdiye kadar matematiksel modelleme problemlerinin sınıflandırılmasında dijital araçların ve medyanın kullanımı düşünülmemekteydi (Greefrath ve Vos, 2021). Açık uçlu bir şekilde video formatında sunulan matematiksel modelleme durumu ile katılımcılara konu üzerinde sınırsız bir alan, interaktif etkileşim, derinlemesine çalışma ve özgürlük verilmektedir (Greefrath ve Vos, 2021; Molina-Toro vd, 2019; Stohlmann, 2012). Video ya da animasyon tabanlı modelleme etkinliklerinin interaktif kullanımı, ileri geri alınabilmesi, problem durumunun ifade edilmesi ve değişkenlerin manipüle edilmesi bağlamlarında fırsatlar sunmaktadır (Greefrath ve Vos, 2021). Kenan (2022) tarafından çalışmada modelleme görevinin video şeklinde sunulmasının problem durumunu algılamakta kolaylık sağladığı ve etkinliklerin video tabanlı olarak sunulması sayesinde kendi sonuçlarını sunulan durumla karşılaştırılmasına olanak sağladığı görülmektedir. Benzer şekilde Greefrath ve Vos (2021) video tabanlı modelleme problemlerinin sözlü açıklamaların yerini aldığını ve öğrencilerin görev bağlamını anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir.

Ayrıca video tabanlı modelleme etkinliklerinin matematik modelleme problemlerinin kriterlerini karşılamada başarılı olduğu da ifade edilmiştir (Kenan, 2022). Bu kriterler Wess, vd. (2021) tarafından gerçeklik, otantik, yakınlık, açıklık ve alt yeterliklere uygunluk olarak ifade edilmektedir. Literatürde birçok araştırma, modelleme problemlerinin otantik olmama sorununa dikkat çekmektedir (Greefrath vd, 2017; Siller ve Greefrath, 2020). Özellikle gerçek dünyaya ilişkin kanıtlar içeren video tabanlı modelleme görevlerinin otantik özellikler taşıdığı ifade edilmektedir (Greefrath ve Vos, 2021). Bu bağlamda özellikle matematiksel modelleme uygulamalarının yeni yeni ortaya çıktığı ortaokul seviyesinde (MEB, 2017, 2018) video tabanlı modelleme problemlerinin kullanımı önem arz etmektedir.

Video tabanlı yapılan çalışmalar modelleme faaliyetlerini, grup çalışmalarını, motivasyonu nasıl etkilediği konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmada video tabanlı modelleme problemlerinin modelleme sürecine katkısının ne olduğu incelenmektedir. Video tabanlı modelleme problemlerinin öğretimde kullanımı problemi anlama açısından önemli olsa da öğrencilerin modelleme sürecinde ilerlemelerine herhangi bir katkısının olup olmadığı merak edilmektedir. Bu nedenle video tabanlı modelleme problemlerinin sunulduğu ortam ile video tabanlı olmayan modelleme problemlerinin sunulduğu ortamlarda öğrencilerin modelleme aşamalarına yönelik becerilerinin karşılaştırılması önem arz etmektedir. Bu çalışma ile modelleme aşamalarına yönelik daha derin bir inceleme sağlanacaktır. Bu açıdan mevcut çalışmanın sonuçları ile matematiksel modelleme literatürüne katkı sağlanması beklenmektedir.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmanın türü ve deseni, araştırmanın katılımcıları, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, uygulama aşaması, verilerin analiz yöntemleri, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları açıklanmıştır.

4.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması yöntemi ve özel olarak karşılaştırmalı vaka çalışması kullanılmıştır.

4.2. Nitel Araştırma

Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi veri toplama yöntemleri ile oluşturulan bir araştırma türüdür. Olayların gerçekçi ortamda bütüncül bir şekilde incelenmesine yönelik süreci temsil eder (Aydın, 2018) . Seale (1999)'a göre öncesinde fark edilmiş veya fark edilmemiş problemlerin anlaşılmasına, probleme ait doğal durumların gerçekçi bir şekilde öznel olarak yorumlama sürecidir. Ayrıca Bogdan ve Biklen (1997) nitel araştırmayı, veri kaynağını gerçek ortamlardan seçen, toplanan verilerin sayılardan değil kelime veya resimlerden oluştuğu, sadece sonuçtan ya da sonuç sonunda oluşan ürünlerden değil süreçle ilgilenen, tümevarımsal olarak analiz etme eğiliminde olan bir araştırma türü olarak tanımlamıştır. Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.

4.3. Durum Çalışması

Yin (2009) durum çalışmasını, araştırmacının nasıl veya neden sorularına cevap aradığı, doğrusal ancak döngüsel bir süreç olarak tanımlamıştır. Yıldırım ve Şimşek (2011)'e göre durum çalışması, nasıl ve niçin sorularının temel olarak alındığı araştırmacının müdahale edemediği olayların doğal ortamında gerçekleştiği bir araştırma yöntemidir. Öte yandan Davey (1991, akt Gökçek, 2009)' göre belirli kuralların olmadığı, olayların gerçek ortamda neler olduğuna bakabilme, veri toplama, analiz etme yoludur. Durum çalışmasına yönelik birçok sınıflama mevcuttur. Örneğin Yin (2003)'e göre dört farklı

durum mevcuttur. Bunlar; bütüncül tek durum deseni, bütüncül çoklu durum deseni, iç içe geçmiş tek durum deseni ve iç içe geçmiş çoklu durum deseni şeklindedir. Diğer bir sınıflama ise Bogdan ve Biklen (1998) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Bogdan ve Biklen (1998)'in sınıflamasına uygun olarak durum çalışması türlerinden karşılaştırmalı vaka çalışması kullanılmıştır. Bunun sebebi bu çalışmada, video tabanlı matematiksel modelleme etkinliklerine katılan grup ile çalışma kâğıdı vasıtasıyla verilen matematiksel modelleme etkinliklerine katılan grubun matematiksel modelleme becerilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Birinci vaka çalışması video tabanlı iken ikinci vaka çalışması çalışma kâğıdının kullanıldığı matematiksel modelleme ortamıdır. İki ortam modelleme becerileri açısından karşılaştırılabilirliği ve bu iki ortam karşılaştırılırken ortama etki eden farklı değişkenlerin en aza indirgenmesi için benzer ortamlar seçilmiştir.

4.4. Durum Çalışması Planlanması

Bu çalışmada Şekil 4.1' de verilen ve Yıldırım ve Şimşek (2008) tarafından açıklanan durum çalışması basamakları kullanılmıştır.



Şekil 4. 1. Yıldırım ve Şimşek'e göre durum çalışması basamakları

4.5. Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcıları Gaziantep ilinin Şehitkâmil ilçesinde bulunan bir ortaokulun sekizinci sınıf düzeyinde eğitim gören 40 öğrenci oluşmaktadır. Bu öğrencilerin 20 'si video tabanlı ortama katılmış; 20'si çalışma kâğıtları ile modelleme durumunun sunulduğu öğrenme ortamına katılmıştır. Katılımcılar matematiksel modelleme uygulamaları ile ilk defa karşılaşmaktadır. Bu nedenle gruplar rastgele seçilmiştir. Öğrencilere ait bilgiler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Grupların demografik özellikler açısından incelenmesi

		Video ile sunulan modelleme etkinlikleri	Çalışma kâğıdı ile sunulan modelleme etkinlikleri
Cinsiyet	Kız	12	7
	Erkek	8	13
Sınıf düzeyi	8. sınıf	20	20
Grup sayısı	5'erli grup	4	4
Matematik başarılar	Yüksek	5	6
	Orta	12	12
	Düşük	3	2

Video tabanlı ortamda bulunan öğrenciler ile her bir grup beş kişilik olmak üzere toplamda dört grup oluşturulmuştur. Çalışma kâğıdı ile modelleme durumunun sunulduğu öğrenme ortamındaki öğrenciler ile her biri beş kişilik olmak üzere toplam dört grup oluşturulmuştur. Her iki ortamda da öğrenciler gruplarını kendileri seçmişlerdir, araştırmacı bu duruma müdahale etmemiştir.

Çalışmaya katılan her iki grupta aynı okulda aynı şartlarda eğitim görmektedir. Çalışmaya katılan 40 öğrenci araştırmacının önceki yıldan öğrencisi olup, araştırmacı öğrencilerin matematik seviyelerini bilmektedir. Öğrencilerin bir dönem sonunda e-okuldan matematik ortalamaları alınarak matematik başarıları hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Daha öncesinde hiçbir öğrenciye matematiksel model hakkında bilgi verilmemiştir.

4.6. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada iki adet veri toplama aracı kullanılmıştır. Birinci veri toplama aracında gerçek hayat durumlarına ait video ile sunulan üç modelleme durumunun sekizinci sınıf öğrencileri tarafından modellenmesi istenmiştir. Diğer taraftan aynı modelleme durumlarının çalışma kâğıtlarına bir resmi konularak sunulan üç modelleme durumunun yine sekizinci sınıf öğrencileri tarafından modellenmesi istenmiştir.

Video tabanlı modelleme etkinlikleri

Araştırmada üç adet gerçek hayat durumlarına ait problem kullanılmıştır.

1. Odada bulunan 100 adet balonu bir köpek kaç saniyede patlatır?
2. Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar şehre ne zaman ulaşır?
3. Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?

Şekil 4.2 ‘de odada bulunan 100 balonu bir köpek ne kadar sürede patlatır? Sorusuna ait videodan bir görsel sunulmuştur.



Şekil 4. 2. “Odada bulunan 100 balonu bir köpek ne kadar sürede patlatır?” sorusuna ait videodan alıntı

Şekil 4.2 Görüldüğü gibi bir odada 100 adet balon bulunmaktadır. Bir adam balonların bulunduğu odaya bir köpek getirmiştir. Köpek balonları patlatmaya başlamıştır. 7 saniyelik hızlandırılmış video sonunda köpek 5 dakikada 25 balon patlatmıştır. Öğrenciler videoyu izledikten sonra verilmeyen değişkenleri belirlemeye çalışmışlardır. Öğrenciler değişken olarak şunları belirlemişlerdir: köpeğin yavaşlaması veya yorulması, köpeğin dinlenmesi veya mola vermesi, köpeğin balonu patlamada başarısız olması böylece daha fazla zaman harcaması ve köpeğin dinlendikten sonra daha hızlı hareket etmesi. Belirledikleri değişkenlere göre modelleme yaparak soruyu çözmeye çalışmışlardır. Şekil 4.3 'te öğrencilere ait alıntı verilmiştir.

100 BALONU BİR KÖPEĞİN PATLATMA HIZI

* bu köpek 1 saniyede 5 tane balon patlatığını biliyoruz ve hemen bir aklımızdan işlem yapıyoruz köpek 1 saniyede 5 balon patlatıyorsa 2 saniyede 10 tane balon patlatıyor ve 2×10 Garip 20 buluyoruz ve biz burda köpeğin yorulma hızında hesaplıyoruz ve kafadan 25 buluyoruz ve köpeğin yeniden hızlanmasından faydalanarak 23 buluyoruz ve bu köpeğin 23 saniyede 100 balon patlattığını aklımızdan buluyoruz ve cevabımızı 23 buluyoruz bir köpek 100 balonu 23 saniyede patlatıyor..

Şekil 4. 3. Birinci soruya ait öğrenci çözümünden alıntı

Şekil 4.4' te Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar şehire ne zaman ulaşır? Sorusuna ait videodan bir görsel sunulmuştur.



Şekil 4. 4. “Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar şehre ne zaman ulaşır?” Sorusuna ait video alıntısı

Video tabanlı ortamda bulunan öğrencilere ikinci soru ile ilgili 27 saniyelik hızlandırılmış bir video izletilmiştir. İzletilen videoda lavların 1 saat içerisinde ne kadar yayıldığı verilmiştir. İzletilen videoda yanardağ ile şehir arası mesafe verilmemiştir. Lavların hangi hızla yayıldığı belirtilmemiştir. Öğrencilerden bu değişkenleri kendisinin belirlemeleri beklenmiştir. Öğrencilerin modelleme problemine ait belirlediği değişkenler şu şekildedir: Yanardağ ile şehir arası mesafe, lavların hızı, doğal afetler, yokuş, deniz, dağlık bölge, insanların etkileri, ormanlık alan, rüzgâr, yavaşlama, hızlanma.

Şekil 4.5’te “Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?” Sorusuna ait videodan bir görsel sunulmuştur.

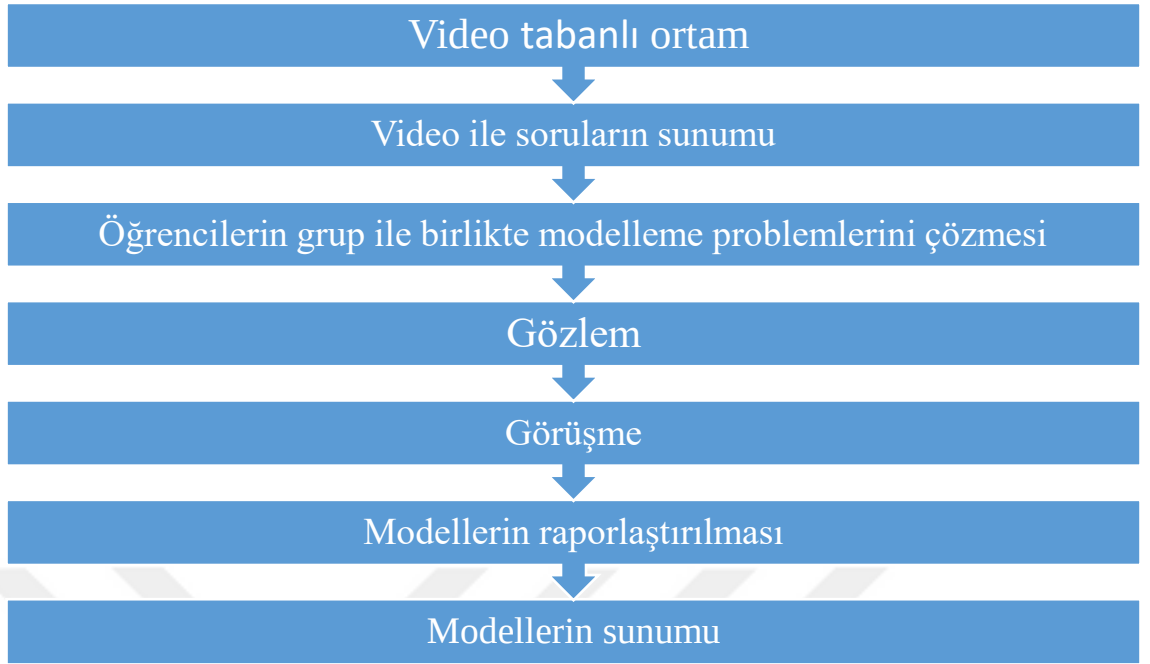


Şekil 4. 5. “Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?” Sorusuna ait videodan alıntı

Video tabanlı ortamda bulunan öğrencilere 16 saniyelik bir video izletilmiştir. Boş kabın hacmi, hortumdan ne kadar su aktığı ve hortumdan akan suyun hızı verilmemiştir. Bu değişkenleri öğrencilerin belirlenmesi istenmiştir. Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar? Sorusuna ait öğrencilerin belirlediği değişkenler şu şekildedir: hortumun katlanması, hortumdan akan su miktarı, akan suyun kabı doldurma süresi, su da oluşabilecek kireç, hortumdan akan suyun kesilmesi, hortumun bağlı olduğu musluğun bozulması, hortumun delik olması, hortumdan akan suyun yavaşlaması ya da hızlanması.

4.7. Veri Toplama Süreci

Araştırmacı birinci vaka çalışmasını video tabanlı ortamda yapmıştır. Veri toplama süreci aşağıda Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4. 6. Video tabanlı ortamda veri toplama süreci

20 kişinin katıldığı çalışmada öğrenciler gruplarını kendilerini seçmişlerdir. Araştırmacı öğrencilerin gruplarını seçmelerine müdahalede bulunmamıştır. Bir grupta öğrencilerin matematik başarı seviyesi yüksekken diğer üç grupta matematik başarı seviyesi orta ve düşük öğrencilerden oluşmaktadır. Sınıf ortamında akıllı tahta bulunmadığı için araştırmacı kendi bilgisayarını götürerek öğrencilere soruların temelinin oluşturduğu videoları izletmiştir. Öncelikle öğrenciler grup halinde çağırılmış, videolar izletilmiştir. Daha sonrasında tüm gruplara istedikleri anda videoları tekrar tekrar izleme imkânı verilmiştir. Şekil 4.7’ de sınıf ortamında öğrencilerin video izledikleri görüntü verilmiştir.



Şekil 4. 7. Öğrencilerin video izledikleri andan bir alıntı

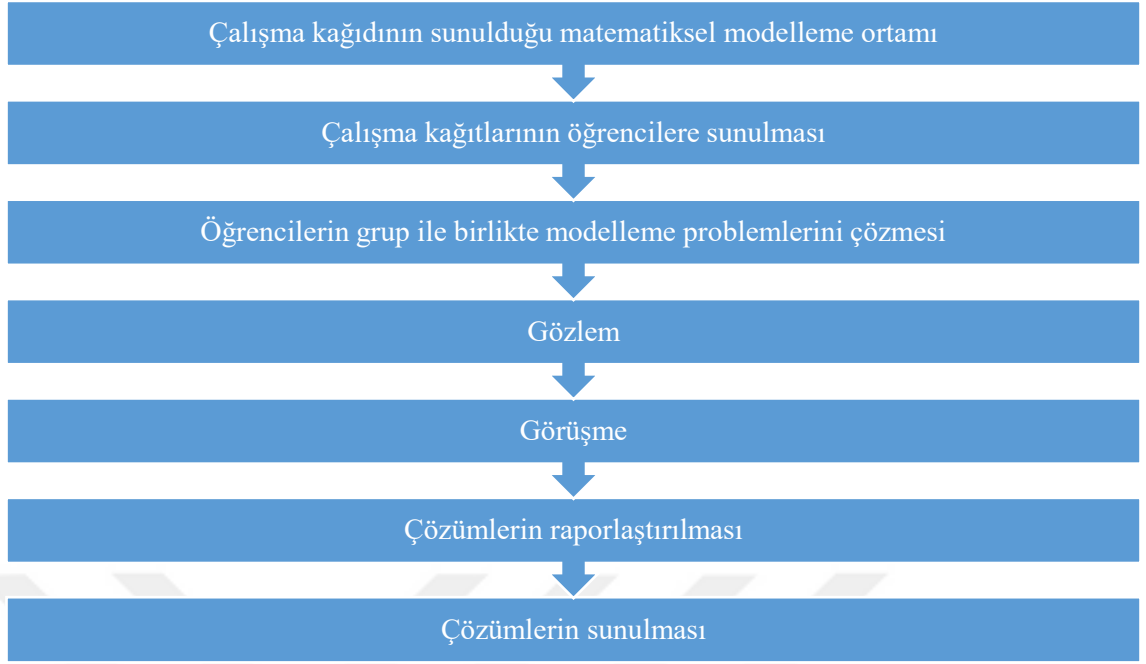
Araştırmacı öğrencileri gözlemleyerek problemler hakkında yaptıkları konuşmaları kayıt altına almıştır. Okul ortamında internet ve akıllı tahta bulunmadığı için öğrenciler araştırma yapmak istediklerinde araştırmacının telefonunu kullanmışlardır. Süreç boyunca araştırmacı her öğrenciye eşit davranmıştır. Öğrenciler modelleme problemini çözerken araştırmacı sınıf ortamında dolaşmış öğrencilerle görüşme yaparak problemler hakkında fikirlerini almış, öğrencilerin sordukları sorulara onları düşünmeye yönlerecek cevaplar vermiş, soru hakkında açıklamada bulunmamıştır. Daha önce modelleme problemi ile karşılaşmayan çalışma grubu birinci soruyu çözmeye çalışırken sıradan matematik problemi gibi düşünüp oran-orantı yardımı ile soruyu çözmüşlerdir. Sınıf ortamında bir öğrenci videoyu tekrar tekrar izlediğinde köpeğin her hamlesinde balonları patlatamadığını fark etmiş ve bunu sınıfla paylaşmıştır. Diğer öğrencilerde aynı şekilde videoyu bir daha izlediklerinde bu konuda hemfikir olmuşlardır. Sorulan diğer üç probleme farklı bakış açıları ile yaklaşmışlardır. Her bir problemin çözümü için üç ders saati ayrılmıştır. Gruplardan evlerinde internet olanlar problemler hakkında evde araştırma yaparak gruplarına sunmuştur. Her grubun sunumu öğrenci velilerinden izin alınarak video ile kayıt altına alınmıştır. Araştırmacı bu kayıtları izleyerek yazıya dökmüştür. Dört gruba da matematiksel modellerini sunma imkânı verilmiştir. Şekil 4.8’de matematiksel modelini sunan bir gruptan alıntı verilmiştir.



Şekil 4. 8. Matematiksel modelini sunan gruptan bir alıntı

Öğrenciler matematiksel modellerini sunduktan sonra sınıftan gelen soruları yanıtlamış ve süreçlerini raporlaştırarak araştırmacıya sunmuşlardır.

Araştırmacı Bogdan ve Biklen (1998)'in sınıflamasına uygun olarak durum çalışması türlerinden karşılaştırmalı vaka çalışması kullandığı için ikinci vaka çalışması olarak çalışma kâğıdının kullanıldığı matematiksel modelleme ortamını seçmiştir. Şekil 4.9' da çalışma kâğıdının kullanıldığı matematiksel modelleme ortamına ait veri toplama süreci aktarılmıştır.



Şekil 4. 9. Çalışma kâğıdı sunulan ortamda veri toplama süreci

20 kişinin katıldığı çalışmada öğrenciler gruplarını kendilerini seçmişlerdir. Araştırmacı öğrencilerin gruplarını seçmelerine müdahalede bulunmamıştır. Bir grupta öğrencilerden birinin matematik başarı seviyesi yüksekken diğer üç grupta matematik başarı seviyesi orta ve düşük öğrencilerden oluşmaktadır. Gruplara çalışma kâğıtları sunulmuştur. Gruplardaki öğrenciler daha önce matematiksel modelleme problemi ile karşılaşmamışlardır. Araştırmacı sınıf içerisinde dolaşarak öğrencileri sürece hazırlamaya çalışmıştır. Araştırmacı öğrencilerin sordukları sorulara onları yönlendirmeyecek ancak soru hakkında düşündürecek cevaplar vermiştir. Her gruba modelleme problemlerinin sunumlarını yapma imkânı verilmiştir. Şekil 4.10’da öğrencilerin grup çalışması yaparken çekilmiş bir görüntüsü verilmiştir.

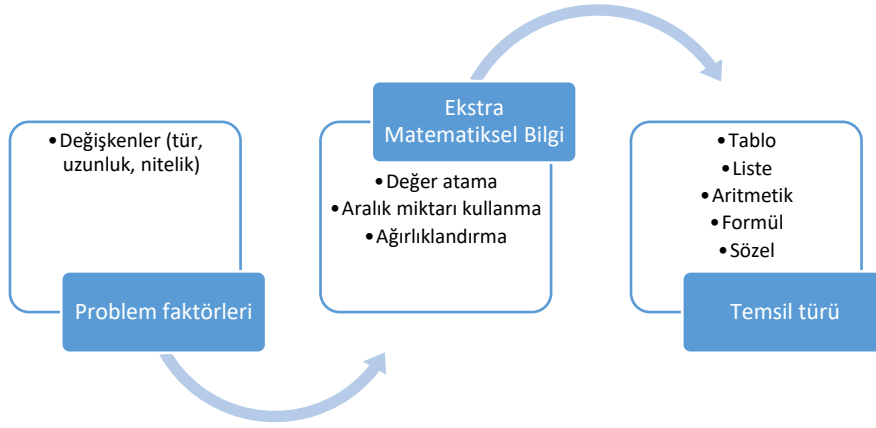


Şekil 4. 10. Öğrencilerin grup çalışması yapmalarına dair alıntı

Araştırmacı birinci ve ikinci vaka çalışmasını sınıf ortamında yapmıştır. Sınıf ortamı doğal ve rahat bir ortam haline getirilmiştir. Araştırmacı modelleme problemlerini her iki gruba da ders içi etkinlik olarak sunmuş, öğrenciler herhangi bir not kaygısı yaşamamışlardır. Araştırmacı tüm süreç boyunca rehber rolü üstlenmiş tüm öğrencilere eşit şekilde yaklaşmıştır. Ayrıca tüm süreç boyunca gözlem yapmış bunları yazıya dökmüştür.

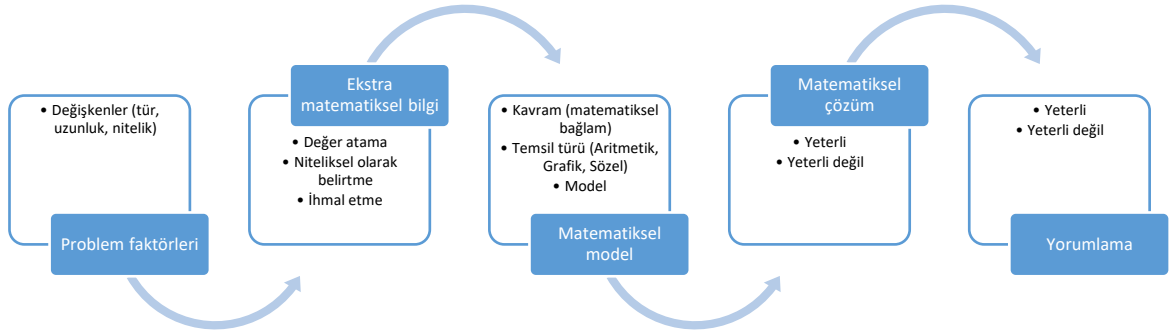
4.8. Verilerin Analizi

Bu çalışmada iki modelleme ortamından dörder grubun üç modelleme problemine ait çözüm süreçleri veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Her bir probleme ait çözüm kağıtları ve video kayıtlar birlikte analiz edilmiştir. Tüm veri kaynaklarının analizinde nitel içerik analizi yöntemi kullanılmıştır (Mayring, 2014). Mayring'e göre nitel içerik analizi bir metne kategori atamayı ve atanan kategorilerin nicelik olarak belirtilmesini sağlamaktadır. English (2009) tarafından geliştirilen teorik çerçeve uyarlanarak bu çalışmanın veri analizinde temel alınmıştır. English tarafından geliştirilen teorik çerçeve Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4. 11. Teorik çerçeve

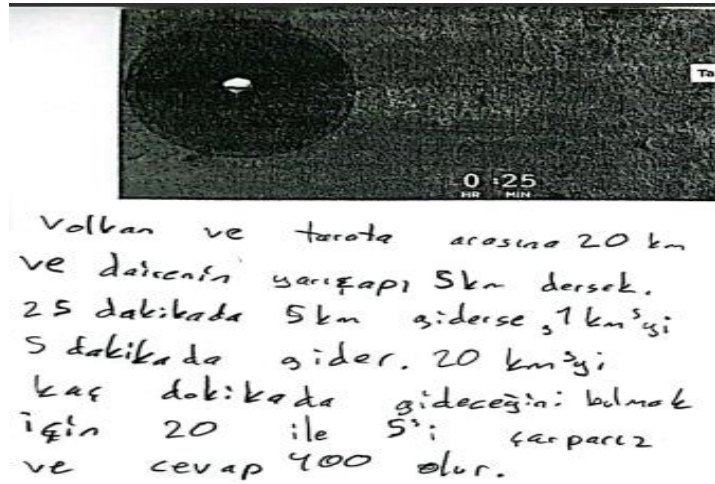
Şekil 4.11’de verilen bu çerçeveye bağlı kalarak tüm veriler tümevarım yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda problem faktörleri, matematiksel işlemler ve temsil türü kategorilerinin altındaki kodlara bu çalışma kapsamında yeni kodlar eklenmiştir. Problem faktörleri, her problem için farklılık göstermekte olup, bu çalışmada değişkenler problemde verilen ve problemde verilmeyen değişkenler şeklinde genişletilmiştir. Her bir problemi etkileyen değişkenler tespit edilmiştir. Örneğin balon patlatma probleminde; balon sayısı, köpeğin hızı, köpeğin yorulma süresi gibi değişkenler yer almaktadır. Matematiksel işlemler kategorisi ekstra matematiksel bilgi olarak nitelendirilmiş ve belirlenen değişkenlere atanan değerler, değişkenleri ihmal etme veya sadece nitelik olarak belirleme şeklindeki kodlarla açıklanmıştır. Temsil türü kategorisinde ise tablo, liste, hesaplama ve formül yer alırken veri analizi sonucu grafik kodu bu kategoriye eklenmiştir. Bu kategoriler ek olarak matematiksel çözüm ve yorum şeklinde modelleme döngüsünü tamamlayan adımlarda eklenmiştir. Bu adımlar ise doğru veya yanlış şeklinde kodlanmıştır. Her bir grup birden fazla kodda değerlendirilebilir. Sonuç olarak English (2009)’dan uyarlanan analiz çerçevesi Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4. 12. Veri analiz çerçevesi

Tüm gruplara ait veriler Şekil 4.12’ de verilen beş kategori açısından incelenmiştir. Bu kategoriler Blum ve Leiby (2007) tarafından verilen modelleme döngüsü dikkate alınarak genişletilmiştir. Bulgular bölümünde her iki grubun verileri karşılaştırılmıştır. Ayrıca verilerin zamanla değişimi de tespit edilmiştir. Gruplara ait alıntılar ve diyaloglar bulgular bölümünde paylaşılmıştır.

VG kodlu öğrencilerin ve ÇG kodlu öğrencilerin yapmış oldukları matematiksel modellerinin çözümleri incelenerek doğru çözüm yapanlara 1, yanlış çözüm yapanlara 0 çözüm yapmayanlara “—” değer ataması yapılmıştır. Şekil 4.13’te çözümü doğru kabul edilen grubun alıntısı verilmiştir.



Şekil 4. 13. Çözümü doğru kabul edilen grubun alıntısı

Şekil 4.13’te görüleceği üzere öğrenciler oran-orantı kullanarak matematiksel model oluşturmuş ve matematiksel olarak doğru çözüm yapmışlardır. Şekil 4.14’ de

SORU 2) Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar Tarata iline ne zaman ulaşır?

$25 \times x = \text{alınan zaman}$

Eğer yanardağdaki lavlar aynı zemin ve aynı toprak yapısında yada aynı ortalama hızı, aynı sıcaklık ile yayılacaksa bu hesapları (Yol) bir zamanla tarata iline ulaşır ama bu değişiklikler meydana farklı olacaktır zaman değişir bu yüzden kesinli kalkar! grafik çizilir.

Creswell ve Miller (2000) ve McMillan ve Schumacher (2006) nitel çalışmaların geçerliğini ve güvenilirliğini sağlamak için çeşitli stratejilerden söz etmektedirler. Araştırmanın geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarına ilişkin kullanılan stratejiler ve açıklamaları aşağıdaki Tablo 4.2 de verilmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik	Strateji	Açıklama
Geçerlik	Çeşitleme	Yapılan araştırmada araştırmacının gözlem notları, görüşme, video kayıtları ve çalışma kâğıtları kullanılmış olup veri toplama aşamasında çeşitleme yapılmıştır.
	Katılımcı teyidi	Çalışmaya katılan öğrencilere MM problemleri çözümü esnasında ve öğrencilerin MM sunumları sırasında, araştırmacı öğrencilere sorular yönelterek yaptıkları çözümü açıklamalarını istemiştir.
	Alanda uzun zaman çalışma	Yapılan çalışma 10 hafta sürmüştür.

Tablo 4.2. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmalarına İlişkin Kullanılan Stratejiler ve Açıklamaları (Devamı)

Güvenirlik	Detaylı tanımlar	Araştırmacı yapılan çalışmanın temasını ve araştırma grubunu detaylı olarak açıklamıştır.
	Uzman inceleme	Veri toplama araçlarının seçiminde ve veri analizinde uzman görüşü alınmıştır.
	Tutarlık incelemesi	Araştırmacının gözlem notları, video kayıtlar ve çalışma kağıtları birlikte değerlendirilerek aralarındaki tutarlık incelenmiştir.
	Araştırmacının rolü	Araştırmacı tüm süreç boyunca rehber rolü üstlenmiştir, tüm öğrencilere eşit davranarak sorulara öğrencileri yönlendirmeyecek şekilde cevaplar verilmiştir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Video tabanlı modelleme problemlerinin özelliklerinin öğrencilerin modelleme alt yeterliklerini ve çıktılarını nasıl etkilediğini sistematik olarak anlamak bu çalışmanın temel amacıdır. Bu bağlamda video tabanlı modelleme problemleri üzerinde çalışan ortaokul öğrencileri (VG) ile çalışma kâğıdı aracılığıyla modelleme problemleri üzerinde çalışan ortaokul öğrencilerinin (ÇG) modelleme yeterlikleri karşılaştırılmıştır. Bu yeterliklere ait alt yeterliklerden basitleştirme ve yapılandırma (problem faktörleri ve ekstra matematiksel bilgi), matematiksel model oluşturma, matematiksel çözüm ve yorumlama yeterlikleridir.

Birinci problem “Bir odada bulunan köpek 100 balonu ne kadar sürede patlatır?” matematiksel modelleme durumuna ait 7 saniyelik bir video 4 gruba izletilmiştir (VG1-VG4). Aynı problemten alınan ekran görüntüsü ise çalışma kâğıdına yerleştirilmiş ve 4 gruba verilmiştir (ÇG1-ÇG4). Balon patlatma modelleme problemine ilişkin veriler Tablo 5.1’de sunulmuştur.

Tablo 5. 1. Balon patlatma problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler

		VG1	VG2	VG3	VG4	ÇG1	ÇG2	ÇG3	ÇG4
Problem faktörleri	Balon sayısı*	√	√	√	√	√	√	√	√
	Dk/sn de patlatılan balon sayısı*	√	√	√	√	√	√	√	√
	Yorulma		√	√	√	√	√		
	Mola	√			√				√
	Başarısız	√	√						
	Hızlanma			√					
Ekstra matematiksel bilgi	Değer atama	√	√	√	√		√	√	
	İhmal etme						√		
	Nitelik belirleme					√			√
Matematiksel model	Kavram	Denklem	Denklem	Denklem	Denklem		Orantı	Orantı	
	Gösterim	Aritmetik	Aritmetik	Aritmetik	Aritmetik		Aritmetik	Aritmetik	
	Model	BS/PBS	BS/PBS	BS/PBS	BS/PBS		BS/PBS	BS/PBS	

Tablo 5. 1. Balon patlatma problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler (Devamı)

	+M+B	+Y+B	+Y+H	+M+Y		
Matematiksel çözüm	√	X	√	X	√	X
Yorumlama	√	X	√	X	√	X
*Problemde verilen değişkenler						
BS: Balon sayısı; PBS: Dk/ sn de patlatılan balon sayısı; Y: Yorulma süresi; M: Mola süresi; B: Başarısız olma süresi; H: Hızlanma süresi						

Tablo 5.1 ‘e göre VG ve ÇG gruplarının balon patlatma problemindeki çözümleri beş kategoride incelenmiştir. Problem faktörleri öğrencilerin problemi çözmek için kullandıkları değişkenleri içermektedir. Bu değişkenlerden toplam balon sayısı ve dk/ sn de patlatılan balon sayısı her iki grubunda modelleme probleminde dikkate aldığı değişkenlerdir. Her iki gruptaki öğrenciler modelleme probleminde verilen bu değişkenleri fark etmiş ve çözümlerine dâhil etmişlerdir. Fakat modelleme probleminde verilmeyen ve öğrenci grupları tarafından öz değerlendirme yapılarak belirlenen değişkenler şu şekildedir: köpeğin yavaşlaması veya yorulması, köpeğin dinlenmesi veya mola vermesi, köpeğin balonu patlamada başarısız olması böylece daha fazla zaman harcaması ve köpeğin dinlendikten sonra daha hızlı hareket etmesi. VG kodlu öğrencilerin durumu etkileyen değişkenlerden dörder tane belirledikleri görülmüştür. ÇG kodlu öğrencilerin ise en az iki en fazla üç tane değişken belirledikleri tespit edilmiştir. Problem faktörlerinden her iki grupta da en fazla köpeğin yorulma ihtimalinin dikkate alındığı görülmüştür. En az ise köpeğin dinlendikten sonra tekrar hızlanmasının dikkate alındığı belirlenmiştir. İki grup arasında MM durumunda verilen değişkenleri belirlemede bir farklılık yok iken; MM durumunda verilmeyen değişkenleri belirlemede yani öz değerlendirme yapılması gereken durumlarda VG kodlu öğrencilerin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Mola verme ve başarısız olma değişkenlerini dikkate alan VG1’e ait alıntı aşağıdaki gibidir.

VG1: Videoyu izlediğimiz de köpeğin 25 balonu 5 saniyede patlattığını görüyoruz. O zaman 100 balonu 20 saniyede patlatır. Her 5 saniyede bir

4 saniye mola verirse toplam 20 saniye mola vermiş oluyor. Eğer balon patlatamazsa diye 10 saniyede fazladan verdik, belki patlatamaz dışını geçiremez. O yüzden toplamda 50 saniye içerisinde 100 balon patlatır.

Yorulma ve tekrar hızlanma sürelerini değişken olarak belirleyen VG3'e ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

100 BALONU BİR KÖPEĞİN Patlatma Hızı
* bu köpek 1 saniyede 5 tane balon patlattığını biliyoruz ve hemen bir aklımdan işlem yapıyoruz köpek 1 saniyede 5 balon patlatıyorsa 2 saniyede 10 tane balon patlatıyor ve 2x10. Garip 20 buluyoruz ve biz burada köpeğin yorulma hızında hesaplıyoruz ve kafadan 25 buluyoruz ve köpeğin yeniden hızlanmasından faydalanarak 23 buluyoruz ve bu köpeğin 23 saniyede 100 balon patlattığını aklımızdan buluyoruz ve cevabımızı 23 buluyoruz bir köpek 100 balonu 23 saniyede patlatıyor..

Şekil 5. 1. VG3'ün balon patlatma problemine ait alıntısı

VG3: videoyu izlediğimizde köpeğin 1 saniyede 5 tane balon patlattığını gördük. O zaman 100 balonu 20 saniyede patlatır. Eğer 1 saniyede 5 balon patlatabiliyorsa 2 saniyede 10 balon patlatacaklarını düşündük. Köpeğin yorulabileceğini düşündük. Bu yüzden mola vermesi gerekiyordu ve biz 5 saniye mola verdiğini düşündük. Köpek dinlendikten sonra daha da hızlanacağı için balonları daha hızlı patlatacağını düşündük.

Araştırmacı: Köpek mola verdikten sonra hızlanacağını söylediniz, bunu matematiksel olarak nasıl gösterebilirsiniz?

VG3: Matematiksel olarak göstermedik, aklımızdan düşündük.

Araştırmacı: Peki, köpeğin 20 saniyede 100 balonu patlatacağını söylemiştiniz, 5 saniyede yorulduğu için mola verdiğini ifade ettiniz ancak

100 balonu 23 saniyede tamamen patlattığını bulmuştunuz, normalde 25 saniyede patlatması gerekmez miydi?

VG3: Köpek moladan sonra daha da hızlanacağı için bu 2 saniyeyi çıkardık.

Tablo 5.1.'de verilen ikinci kategori değer atama, ihmal etme ve nitelik belirleme kodlarından oluşan ekstra matematiksel bilgi kategorisidir. Bu kategoride VG kodlu öğrencilerin tamamı belirledikleri değişkenlere değer ataması yapmışlardır. Diğer taraftan ÇG kodlu öğrencilerden ikisi değişkenleri niteliksel olarak belirlemiş herhangi bir niceliksel tahminde bulunmamışlardır. Diğer iki grup ise MM durumunda verilen değişkenlere değer ataması yapmışlardır. MM durumunda yer almayan herhangi bir değişken belirlemedikleri için ekstra matematiksel bilgiye de ihtiyaç duymamışlardır. Bu nedenle herhangi bir tahminde bulunmamışlardır. VG kodlu öğrencilerin ekstra matematiksel bilgi kategorisinde ÇG kodlu öğrencilere göre daha başarılı tahminler yaptıkları görülmüştür. Yalnız VG kodlu gruptaki öğrencilerinde değişkenlere ilişkin değer atarken ya videodan hareketle gözlemlerinden faydalandıkları ya da sezgisel tahminde bulundukları dikkat çekmektedir. Yorulma ve mola verme değişkenlerini dikkate alan VG4'ün değer atama ile ilgili diyalogu aşağıda verilmiştir.

VG4: Videoda köpek 100 balonun 20'sini 5 saniyede patlatıyor. 100 balonu 20 saniyede patlatır diye düşündük. Ancak videoda izlediğimiz kadarıyla köpeğin bazen yorulduğunu gördük. Bu yüzden 100 balonu 20 saniyeden daha fazla bir sürede patlatıyor diye düşündük.

Araştırmacı: Köpek yorulduğunda ne yaptığını düşündünüz?

VG4: Ara ara 5 saniyelik mola verdiğini düşündük.

Araştırmacı: Bu 5 saniyelik molalara nasıl karar verdiniz?

VG4: Videonun bir kısmında köpeğin 5 saniyelik mola verdiğini gördük. Bundan dolayı verdiği her molanın 5 saniye olmasına karar verdik. Köpek 1 balonu 8 salisede patlatıyordu. 20 balonu 5 saniyede patlattığı için 100

ü 5'e böldük 20 saniye bulduk. 1 balonu da 8 salisede patlattığı için 20'ye 8 ekledik ve toplamda 28 saniyede balonları patlattığını bulduk.

Bu diyalogda öğrencilerin videodaki gözlemlerinden hareketle tahminde bulundukları görülmektedir. Benzer şekilde yorulma ve başarısız olma problem faktörlerini dikkate alan VG2 kodlu grup ile araştırmacı arasında geçen değer atama ile ilgili diyalog aşağıda verilmiştir.

VG2: Videoyu izlerken ilk başta normal patlatma süresine baktık 25 balonu 5 saniyede patlatıyor. Sonra 100 balonu kaç saniyede patlatır dedik. Normalde 100 balonu 20 saniyede patlatır diye düşündük. Ama biz bunun bekleme sürelerini de hesaba kattık. Şöyle ki ilk başta 8. 16. ve 24. balonlarda yavaşlamalarını gördük. 24. Balon ile 40. Balon arasında 8 salise yavaşlıyor köpek bazen dişini balona geçiremiyor tırnağı takılıyor yoruluyor bu yüzden yavaşlama verdik. Videoya baktığımızda bazen balonu 8 salise de bazen 10 salise de patlattığını gördük.

Araştırmacı: Köpeğin mola verdiğini söylediniz ya da yavaşladığını söylediniz bunu nasıl gösterdiniz?

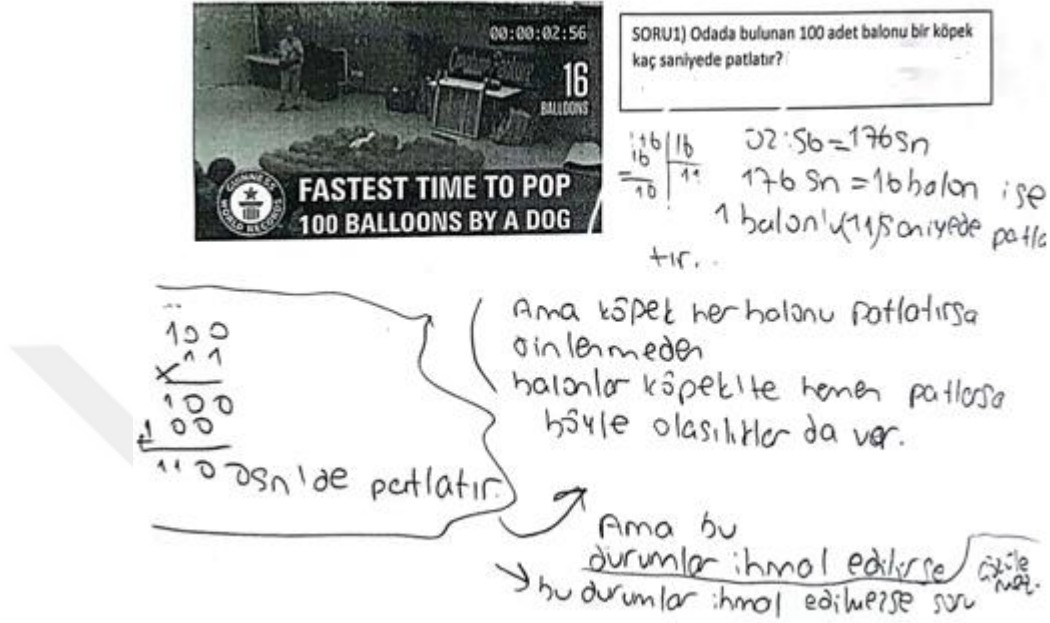
VG2: Patlatma sürelerine ekleme yaptık.

Araştırmacı: Bunu nasıl belirlediniz?

VG2: Videoya bakarak tahmin de bulunduk.

Tablo 5.1'e göre matematiksel model kategorisi, kavram, gösterim ve matematiksel model şeklinde 3 koddan oluşmaktadır. VG kodlu öğrenciler oran orantı kullanmanın yanında modellerine ekstra matematiksel bilgileri de ekleyerek bir denklem elde etmişlerdir. ÇG kodlu öğrenciler ise sadece oran orantı kavramını kullanmışlardır. Her iki grupta matematiksel modellerini aritmetik gösterim biçimini kullanarak ifade etmişlerdir. Matematiksel modeller incelendiğinde ise; VG kodlu öğrencilerin tamamı $BS \cdot BPH$ denklemini kurarken ekstra matematiksel bilgiyi denklemlerine dâhil etmişlerdir (Örneğin: $BS/PBS + M + B$). Fakat ÇG kodlu öğrencilerin değişkenler arasındaki ilişkileri kullanarak oluşturdukları matematiksel modeller incelendiğinde ise;

öğrencilerin ya belirledikleri değişkenleri ihmal ettikleri ya da hiç değişken belirlemedikleri tespit edilmiştir. Değişkenleri ihmal eden ÇG2 kodlu gruba ait alıntı ve araştırmacı ile aralarında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.2. ÇG2'nin balon patlatma problemine ait alıntısı

ÇG2: Resimde 2.56 dakika da 16 balon patlatıyor. 2.56 dakika 176 saniye yapar. 176 saniyede 16 balon patlatıyorsa 1 balonu 11 saniye de patlatır. 100 balonu 100 ile 11'i çarparsak 1100 saniyede patlattığını buluruz.

Araştırmacı: Güzel düşünmüşsünüz, böylece çözüm biter mi?

ÇG2: Aslında köpeğin her balonu anında patlattığını bilmiyoruz, biz köpeğin yorulma ihtimali olmadığını düşünerek bu çözümü yaptık.

Araştırmacı: Peki köpeğin yorulma ihtimalini neden düşünmediniz?

ÇG2: Bunu düşünürsek soru çözülemez. İhmal edilmesi gerekiyor. Başka türlü çözüm olamaz.

ÇG2 kodlu öğrenciler belirledikleri değişkenlerin tahmin edilemeyeceğini ifade ederek bu değişkenleri ihmal etmişlerdir. Böylece problemin çözümü modelleme probleminin otantik bağlamından uzaklaşmış bir problem çözme sorusuna dönüşmüştür.

Matematiksel çözüm ve yorumlama kategorisi doğru ve yanlış şeklinde değerlendirilmiştir. VG kodlu dört gruptan ikisinin doğru ikisinin ise yanlış matematiksel çözüm ve yorum yaptıkları tespit edilmiştir. Yapılan matematiksel çözümlerin genellikle saniye ile salise arasında dönüşüm yaparken gerçekleştiği görülmüştür. ÇG kodlu dört gruptan biri değişkenleri ihmal ederek kesin bir cevap elde etmiş olmasına rağmen matematiksel işlemleri kabul edilebilir olduğu için doğru kodunda yer almıştır. ÇG kodlu öğrencilerden bir grup ise salise ve saniye dönüşümünde yaptıkları hatadan dolayı yanlış kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Bu kategoride yer alan ÇG3 kodlu grubun alıntısı Şekil 5.3’de verilmiştir.



1 saniye 100 salise olduğu için 2.56
saniye 256 salise yapar. Bir balonu
kaç salisede patlattığını bulmak
için 256'yı 16'ya böleriz oda 16
yapar 1 balonu 16 salisede
patlatıyorsa 100 balonu 1600 salisede
patlatır. 100 salise 1 saniye
olduğu için 1600'ü 100'e
böleriz cevap 16 yapar.

Şekil 5. 3. ÇG3'ün balon patlatma problemine ait alıntısı

ÇG3: Videoda her şey açık. 16 balonu 100 saniyede patlatıyor. Buna bakarak işlemlerimizi yapabiliriz.

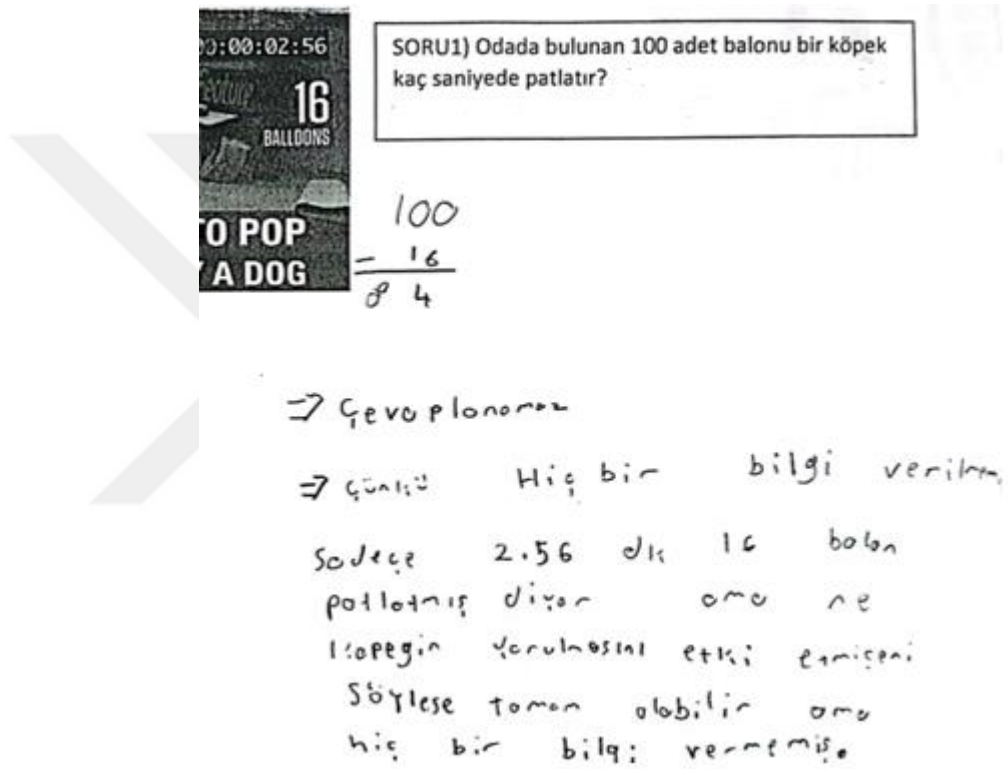
Araştırmacı: Nasıl işlemler yapmayı düşünüyorsunuz?

ÇG3: 1 saniyenin kaç salise olduğunu buluruz. 1 saniye 100 salisedir. 2 dakika 56 saniye 256 salise eder. 256'yı 16'ya bölersek köpeğin 1 balonu 16 salisede patlattığını bulabiliriz.

Araştırmacı: 1 balonu kaç salisede patlattığını buldunuz, buradan yola çıkarak da 100 balonu kaç saniyede patlatabileceğini buldunuz. Peki, farklı bir yorumunuz var mı?

ÇG3: Her şey açık. Farklı bir yorumumuz yok.

Diğer taraftan ÇG kodlu öğrenci gruplarından ikisi ise problemin kesin ve net bir çözümü olmayacağını ifade etmiştir. ÇG1'e ait alıntı aşağıdaki gibidir.



Şekil 5. 4. ÇG1'in balon patlatma problemine ait alıntısı

ÇG1: Soruda hiçbir bilgi verilmemiş, soruyu nasıl çözeceğiz?

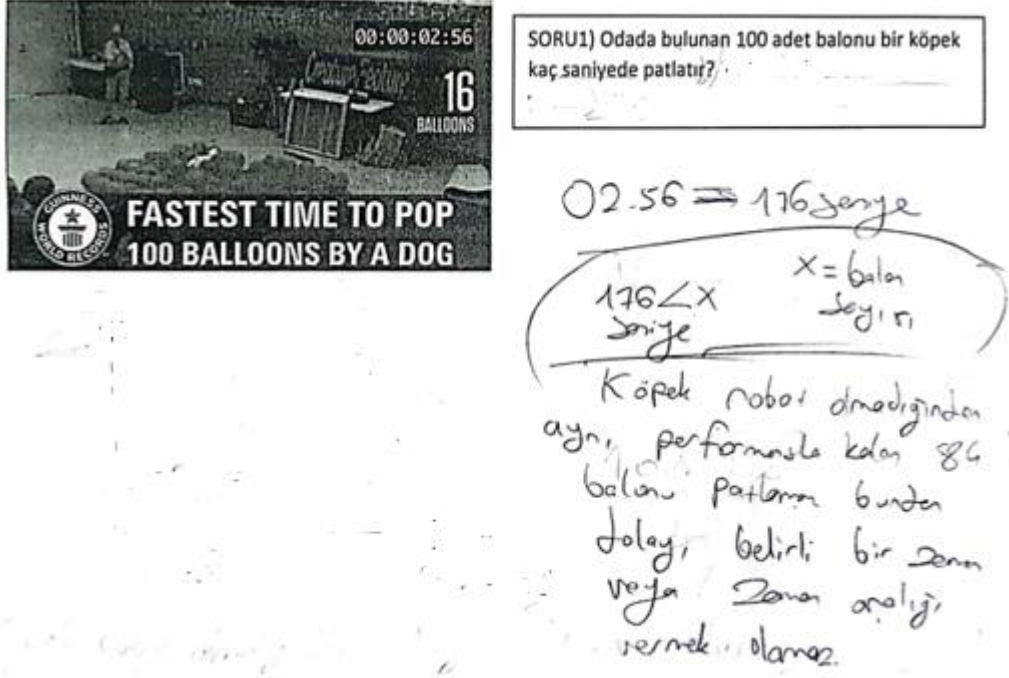
Araştırmacı: Bir resim var, bu resimden faydalana bilirsiniz.

ÇG1: Verilen bilgiler yetersiz. Resimde sadece süre verilmiş ve bu süre içinde ne kadar balon patlattığı verilmiş. Buradan bir çözüm yapamayız.

Araştırmacı: Farklı bir yorum yapabilir misiniz?

ÇG1: Köpek yorulabilir de bunu bilemeyiz soruda verilmemiş.

Öğrenciler problemde herhangi bir bilgi verilmediği için matematiksel çözümün olmadığı kanaatine varmışlardır. Benzer şekilde ÇG4’de problemin çözülmemeyeceğini ifade ederek sadece 2.56 saniyeden daha uzun süreceğini tahmin etmiştir. Bu durum grubun problemi basitleştiremediklerini göstermektedir. ÇG4’e ait alıntı aşağıdaki gibidir:



Şekil 5. 5. ÇG4’ün balon patlatma problemine ait alıntısı

ÇG4: Verilen problemde bir köpeğin 2 dakika 56 saniyede 16 balon patlattığını görüyoruz. Geriye 84 balon kalıyor. Bu 84 balonu şu kadar sürede patlatır diyemeyiz. Köpek bir canlı robot değil.

Araştırmacı: Köpeğin robot olmadığını düşünmeniz çok güzel, peki başka bir şeyler düşünebilir miyiz?

ÇG4: hayır düşünülemez. Eksik bilgi var, daha fazla bilgi verilseydi olabilirdi.

Araştırmacı: eksik bilgi var dediniz, bu eksik bilgiler nelerdir?

ÇG4: Köpeğin dinlenip dinlenmediğinin bilgisi verilmemiş. Dinlendiyse ne kadar süre dinlendi bunun verilmesi gerekirdi.

Araştırmacı: Köpeğin dinlenme süresi verilseydi çözüm olabilir miydi?

ÇG4: Kesin ve net bir çözüm olurdu. Ancak problem bu şekilde iken herhangi bir çözüm yapamayız. Sadece 176 saniyeden daha uzun bir sürede köpeğin 100 balonu patlattığını söyleyebiliriz.

İkinci problem ‘Aktif durumdaki yanardağ patlıyor, yanardağdan fışkıran lavlar şehre ne zaman ulaşır?’ matematiksel modelleme durumuna ait 27 saniyelik bir video 4 gruba izletilmiştir (VG1-VG4). Aynı probleminden alınan ekran görüntüsü ise çalışma kâğıdına yerleştirilmiş ve 4 gruba verilmiştir (ÇG1-ÇG4). Yanardağın patlaması ilgili modelleme problemine ilişkin veriler Tablo 5.2 ‘de sunulmuştur.

Tablo 5. 2. Yanardağın patlaması problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler

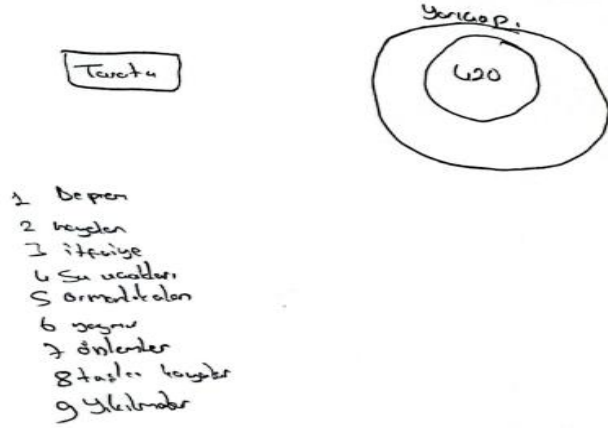
		VG1	VG2	VG3	VG4	ÇG1	ÇG2	ÇG3	ÇG4
Problem faktörleri	Yanardağ ile şehir arası mesafe*	√	√	√	√	√	√	√	
	Lavların saatte veya dk aldığı yol*	√	√	√	√		√	√	
	Doğal afetler		√		√				
	Yokuş	√							
	Engeller	√	√	√					
	Deniz		√	√	√				
	Dağlık bölge			√	√				
	İnsanların etkileri		√						
	Ormanlık alan		√						
	Rüzgâr		√						√
	Toprak yapısı								√
	Yavaşlama	√	√	√	√				
	Hızlanma	√			√				
Ekstra matematiksel bilgi	Değer atama	√	√	√	√		√	√	
	İhmal etme								

Tablo 5. 2. Yanardağın patlaması problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler (Devamı)

	Nitelik belirleme	√	√	√	√	√	√
Matematiksel model	Kavram	Denklem	Denklem	Denklem	Denklem	Orantı	Orantı
	Gösterim	Aritmetik	Aritmetik	Aritmetik	Aritmetik	Aritmetik	Aritmetik
	Model	YŞM/LAY	YŞM/LAY	YŞM/LAY	YŞM/LAY	YŞM/LAY	YŞM/LAY
		+Y+H	+E	+E+Y	+Y+H		
Matematiksel çözüm		√	X	√	√	X	√
Yorumlama		√	X	√	√	X	√
*Problemde verilen değişkenler							
YŞM: Yanardağ ile şehir arası mesafe; LAY: Lavların saatte veya dakikada aldığı yol; E: Engele takılma süresi; Y: Yavaşlama süresi; H: Hızlanma süresi; LPS: Lavların püskürme süresi							

Tablo 5.2 ‘ye göre VG ve ÇG gruplarının yanardağın patlaması problemindeki çözümleri beş kategoride incelenmiştir. Problem faktörleri öğrencilerin problemi çözmek için kullandıkları değişkenleri içermektedir. Bu değişkenlerden yanardağ ile şehir arasındaki mesafe ve lavların saatte veya dakikada aldığı yol her iki grubunda modelleme probleminde büyük ölçüde dikkate aldığı değişkenlerdir. Bu değişkenler problemde verilen değişkenler olup her iki gruptaki öğrenciler büyük ölçüde bu değişkenleri fark etmişlerdir. Fakat modelleme probleminde verilmeyen ve öğrenci grupları tarafından öz değerlendirme yapılarak belirlenen değişkenler şu şekildedir: doğal afetler, yokuş, engelleri, deniz, dağlık bölge, insanların etkileri, ormanlık alan, rüzgâr, yavaşlama, hızlanma. VG kodlu öğrencilerin durumu etkileyen değişkenlerden en az altı en fazla dokuz tane belirledikleri görülürken ÇG kodlu öğrencilerin durumu etkileyen değişkenlerden en az bir en fazla iki tane belirledikleri görülmüştür. Problem faktörlerinden her iki grupta da en fazla yanardağ ile şehir arasındaki mesafe ve lavların saatte veya dakikada aldığı yol değişkenlerinin dikkate alındığı görülmüştür. En az ise yokuş, insanların etkileri, ormanlık alan, toprak yapısı faktörlerinin dikkate alındığı tespit edilmiştir. Problemde verilmeyen değişkenleri belirlemede VG grubunun daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Doğal afetler, deniz, insanların etkileri, ormanlık alan, rüzgâr değişkenlerini dikkate alan VG2’ye ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen aşağıdaki gibidir.



Şekil 5. 6. VG2'nin yanardağın patlaması problemine ait alıntısı

VG2: Yanardağ patlayınca deprem olduğunu ve depremden dolayı binaların yıkıldığını düşündük. Deniz olduğu için sıcaklıktan dolayı deniz buharlaşabilir bu da yağmur yağmasına sebep olur.

Araştırmacı: Çok güzel düşünmüşsünüz, peki deprem olması ya da denizin buharlaşarak yağmura dönüşmesi bir şeyi değiştirir mi?

VG2: Depremden dolayı binalar yıkıldığı için gelen lavlara engel oluşturabilir. Yağmur yağdığından dolayı lavlar taşlaşıp diğer lavlara engel olabilir. Bu da lavların hızını azaltır hatta durdurabilir. Lavları durduracak başka engeller bile olabilir.

Araştırmacı: Başka ne gibi engeller olabilir?

VG2: Orada insanlar yaşıyorsa itfaiye yardımıyla lavları söndürmeye çalışabilirler. Videoda ormanlık alan görüyoruz. Lavlar bu ormanlık alana geldiğinde ağaçlar lavları yavaşlatabilir. İnsanlar havadan su taşıyan uçaklar yardımıyla lavları durdurabilir. Bütün bu engeller gerçekleşirse lavlar şehre ulaşmaya bilirde. Bu da bir ihtimal.

Araştırmacı: Peki, lavlar nasıl ilerliyor?

VG2: Dairesel bir şekilde ilerliyor. Yanardağ ile Şehir arasına 420 km dedik ve tahmin ile lavların şehre 7 saatte ulaşacağını düşündük.

Doğal afetler, deniz, dağlık bölge, yavaşlama ve hızlanmayı değişken olarak belirleyen VG3 ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

VG3: Yanardağ dik olduğu için önce 1 saat boyunca hızlı bir şekilde gideceğini düşündük. Lavlar hareket ederken engeller olabileceğini bu yüzden lavların engellere takılabileceğini düşündük.

Araştırmacı: Engel derken neyi kast ediyorsunuz?

VG3: Lavlar denize dökülebilir, etrafta kayalar olabilir. Bu yüzden lavların hızı azalır. O yüzden yarım saatte 1 km gideceğini düşündük. Ek olarak 4 saat vererek 30 saatte lavların şehre ulaşacağını düşündük.

Araştırmacı: Ek olarak 4 saati neden verdiniz?

VG3: Lavların yüksek dağlardan geçeceğini ve engellere takılabileceğini düşündük. Bundan dolayı yavaşlama olacağını düşündük. Bu yüzden yavaşlama süresi olarak 4 saat verdik.

Araştırmacı: Lavların hızını nasıl hesapladınız?

VG3: Yolun durumuna göre tahmin ettik, engelleri düşündük.

Tablo 5.2’ de verilen ikinci kategori değer atama, ihmal etme ve nitelik belirleme kodlarından oluşan ekstra matematiksel bilgi kategorisidir. Bu kategoride VG kodlu öğrencilerin tamamı belirledikleri değişkenlere değer atayabilmişlerdir. Değer atanamayan değişkenleri ise nitelik olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan ÇG kodlu öğrencilerden iki grup belirledikleri değişkenlere değer ataması yapmışlardır. Diğer iki grup ise probleme ilişkin değişkenleri sadece nitelik olarak ifade etmiştir. VG kodlu öğrencilerin ÇG kodlu öğrencilere göre daha başarılı bir şekilde değişkenlere değer atadıkları görülmüştür. Yanardağ ve şehir arasındaki mesafe, lavların bir saatte aldığı yol, yavaşlama ve hızlanma değişkenlerini belirleyen ve bu değişkenlere değer atayan VG1 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

VG1: Öncelikle biz yanardağ ile Şehir arasını 700 kilometre olarak tahmin ettik. Ondan sonra 700 kilometrede direkt gitmediği için 30 dakika engebe olarak verdik. Yani burada 1 saatte 100 kilometre gidiyor. 2 saatte 200 kilometre giderken 30 dakikalık bir engebe verdik. 1,5 saat daha gittikten sonra 30 dakikalık bir yokuş verdik. Yokuştan sonra hızlanacak. O yüzden grafiğimizi dikleştirdik. Bundan sonra düz alana geçince 30 dakika bir yavaşlama payı oluyor. O yüzden 30 dakika yavaşlama payı verdik sonra 7,5 saat oluyor. 1 saat daha gittikten sonra 700 kilometreyi tamamlamış

oluyor. Dolayısıyla 8 buçuk saatte yanardağdan lavların şehre ulaştığını düşündük.

Araştırmacı: Çizmiş olduğunuz grafiğinizin bazı yerlerde daha düz bazı yerlerde daha eğimli olduğunu görüyorum bunun sebebi nedir?

VG1: Düz çizdiklerimiz daha yavaş burada lavların engellere takılabileceğini düşündük. Eğimli olarak çizdiğimiz yerlerde lavlar hızlanıyor engeller veya yokuş araya girmemiş yokuştan sonra ani bir hızlanması olduğu için lavların birden hız kazandığını düşündük.

Araştırmacı: Engeller olduğunu söylediniz. Biraz daha açar mısınız? Nasıl engeller mesela?

VG1: Mesela bizim yaşadığımız yerde yokuşlar var. Bu şekilde yokuşlar olabileceğini düşündük. Yokuşları çıkarken yoruluyoruz ama inerken daha hızlı iniyoruz. Lavların da yokuşlardan çıkarken yavaşlayacağını inerken daha da hızlanacağını düşündük.

Araştırmacı: Peki süre ile hızı nasıl buldunuz?

VG1: Biz öncelikle 7 saatte 700 kilometre gittiğini hesapladık.

Araştırmacı: Nasıl hesapladınız?

VG1: Tahmin ederek bulduk. 700 kilometre yol varsa bir saatte 100 kilometre giderse 7 saatte 700 kilometrelik yolu gideceğini düşündük.

Ancak engelleri ekleyince bu şekilde 8,5 saate ulaştık.

Araştırmacı: Anladım hızı tahmin üzerinden mi hesapladınız?

VG1: Evet tahmin üzerinden hesapladık.

Yanardağ ve şehir arasındaki mesafe, lavların bir saatte aldığı yol değişkenlerinin yanı sıra lavların yavaşlaması ve hızlanmasını da değişken olarak belirleyen VG4 ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

VG4: Videoyu izlediğimizde bir deprem olduğunu sonrasında yanardağın patladığını görüyoruz. Yanardağdan püsküren lavlar 1 saatte 10 kilometre gitsin, 2 saatte 15 kilometre gider.

Araştırmacı: 1 saatte 10 kilometre gidiyorsa 2 saatte 15 kilometre gider dediniz. Bunu nasıl belirlediniz?

VG4: Aslında 2 saatte 20 kilometre gitmesi gerekiyor. Ancak lavlar bazı yerlerde yavaşlayabilir.

Araştırmacı: Lavlar neden yavaşlasın?

VG4: Lavlar dağlara denk gelebilir. Dolayısıyla dağlar lavları durdurur ya da yavaşlatır. Rüzgâr çıkabilir. Bundan dolayı lavların hızında yavaşlama olur. Videoda bir deniz görüyoruz. Lavlar denize dökülebilir. Bu yüzden lavlara duraklama payı verdik. Bazı yerlerde engeller olamayabilir dolayısıyla lavlar daha da hızlanır.

Araştırmacı: Lavların hızı diyorsunuz. Hızı nasıl hesapladınız?

VG4: Yayıldığı alana göre tahmin ederek belirledik.

Araştırmacı: Lavlar düz bir şekilde mi yayılıyor?

VG4: Hayır engebeli olarak yayılıyor, bu yüzden lavların hızı artıyor azalıyor.

Tablo 5.2' ye göre matematiksel model kategorisi, kavram gösterim ve matematiksel model şeklinde üç koddan oluşmaktadır. VG kodlu öğrencilerin tamamı denklem kavramını kullanırken ÇG kodlu öğrencilerden iki grup orantı kavramını kullanmışlardır. Matematiksel model kuran tüm gruplar matematiksel modellerini aritmetik gösterim biçimini kullanarak ifade etmişlerdir. Değişkenler arasındaki ilişkileri kullanarak oluşturulan matematiksel modeller incelendiğinde ise VG kodlu öğrencilerin tamamı $Y\dot{S}M/LAY$ denklemini kurmuş ve ekstra matematiksel bilgiyi denklemlerine eklemişlerdir (Örneğin: $Y\dot{S}M/LAY+E+Y$). ÇG kodlu öğrencilerden iki grubun değişkenlere değer atayarak matematiksel model oluşturabildiği görülmüştür. Fakat bu matematiksel modellerinin problemde verilmeyen değişkenleri içermediği böylece modellerinin gerçeklikten uzak olduğu tespit edilmiştir. Bu iki grubun modelleme problemlerine problem çözme bağlamında yaklaştıkları görülmüştür. Diğer iki öğrenci grubunun ise belirledikleri değişkenleri sadece nitelik olarak belirttikleri için matematiksel model oluşturamadıkları belirlenmiştir.

Yanardağ ve şehir arasındaki mesafe ile lavların dakikada aldığı yola değer atayarak matematiksel model ($Y\dot{S}M/LAY$) oluşturan ÇG3'e ait alıntı ve araştırmacı ile aralarında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.



Volkan ve tarota arasına 20 km
ve dairenin yarıçapı 5 km dersek,
25 dakikada 5 km giderse, 1 km'si
5 dakikada gider. 20 km'yi
kaç dakikada gideceğini bulmak
için 20 ile 5'i çarparsak
ve cevap 100 olur.

Şekil 5. 7. ÇG3'ün yanardağın patlaması problemine ait alıntısı

ÇG3: Soruda bilgi verilmediği için biz kendimiz yanardağ ile şehir arasındaki mesafeye 20 kilometredir dedik. Resimde lavların dairesel şekilde olduğunu görüyoruz. Dairenin yarıçapı 5 kilometre olsun. 25 dakikada 5 kilometre giderse 1 kilometreyi 5 dakikada gider.

Araştırmacı: Yarıçapı nasıl buldunuz?

ÇG3: Tahmini bir değer verdik.

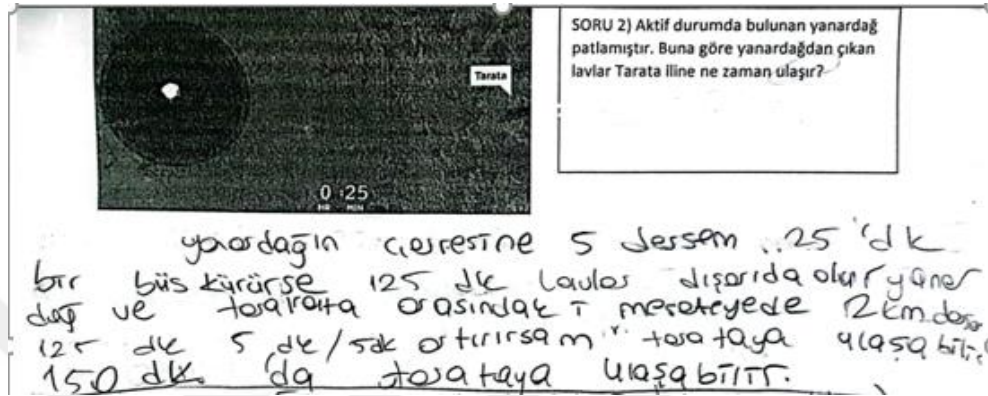
Araştırmacı: Peki, lavların 1 kilometrelik mesafeyi 5 dakikada gideceğini nasıl buldunuz?

ÇG3: Oran-orantı kullandık. Doğru orantı yardımı ile bulduk. Biz Şehir ile yanardağ arasına 20 kilometre dedik. Doğru orantı yardımı ile 1 kilometreyi 5 dakikada giderse 20 kilometreyi 100 dakikada gider.

ÇG3 kodlu öğrenciler matematiksel modellerini aritmetik olarak ifade etmiş ve orantı kavramını kullanmışlardır.

Matematiksel çözüm ve yorumlama kategorisi doğru ve yanlış şeklinde değerlendirilmiştir. VG kodlu dört gruptan üçünün doğru birinin ise yanlış matematiksel çözüm ve yorum yaptıkları tespit edilmiştir. ÇG kodlu dört gruptan biri sadece problemde verilen değişkenleri belirlemelerine rağmen matematiksel işlemleri kabul edilebilir olduğu için doğru kodunda yer almıştır. ÇG kodlu öğrencilerden bir grup ise orantı

konusunda yaptıkları hatadan dolayı yanlış kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Bu kategoride yer alan ÇG2 kodlu grup lavların 25 dakikada aldığı yolu çevre ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca metre ile kilometre dönüşümünde yaptıkları hatadan dolayı kurdukları orantının hatalı olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda ÇG2'ye ait alıntı ve araştırmacı ile arasında geçen diyalog Şekil 5.8' de verilmiştir.



Şekil 5. 8. ÇG2'nin yanardağın patlaması problemine ait alıntısı

ÇG2: Biz yanardağın çevresine 5 metre dedik.

Araştırmacı: Nasıl belirlediniz?

ÇG2: Tahmin ettik. Soruda hiçbir bilgi yok. Çözmek için biz tahmin ettik.

Yanardağ 25 dakika aralıklarla lavları püskürtürse 5 metre olacak şekilde şehre yaklaşır.

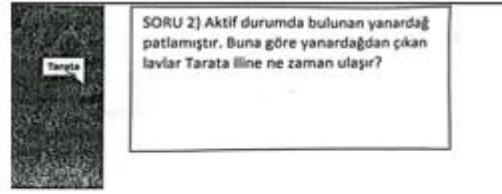
Araştırmacı: Lavlar nasıl ilerler?

ÇG2: Resimde daire olarak verilmiş. Daire şeklinde ilerler. Her ilerlemesinde 5 metre ilerlesin. Şehir ile yanardağ arasındaki mesafe 2 kilometre olursa tahmini olarak 150 dakika sonra lavlar şehre ulaşmış olur.

Araştırmacı: Şehir ile yanardağ arasındaki mesafeyi nasıl belirlediniz?

ÇG2: Soruyu çözmek için bir tahminde bulunduk.

ÇG kodlu öğrenci gruplarından ikisi ise problemde bilgi verilmediği için çözümün olmadığını ifade etmişlerdir. ÇG1'e ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen diyalog Şekil 5.9' da verilmiştir.



100 dk ulaşır

⇒ Buda bulunmaz

Çünkü buna ne değer
verinsen ver değere göre
doğru olur

Şekil 5. 9. ÇG1'in yanardağın patlaması problemine ait alıntısı

ÇG1: Verilen soruda bilgi yok. Soruyu çözemeyiz.

Araştırmacı: Yorum yapabilir miyiz?

ÇG1: Yanardağ ile Şehir arasındaki mesafeye 50 kilometre dersek 50 dakikada ulaşır, 100 kilometre dersek 100 dakikada ulaşır.

Araştırmacı: Bunu nasıl belirlediniz?

ÇG1: Doğru orantı kullanarak belirleyebiliriz. Aradaki mesafe ne kadarsa o kadar sürede ulaşır.

Araştırmacı: Sizce lavların bir hızı var mı?

ÇG1: Tabi ki var.

Araştırmacı: Bunu belirleyebilir miyiz?

ÇG1: Bu soruda bilgi verilmediği için belirleyemeyiz.

ÇG1 kodlu öğrenciler matematiksel işlemlerde değer atamamış sadece nitelik belirlemiş, bu nedenle matematiksel model oluşturmamışlar ve bir çözüme ulaşamamışlardır.

Öğrenciler problemde herhangi bir bilgi verilmediği için matematiksel çözümün olmadığı kanaatine varmışlardır. Benzer şekilde ÇG4'de problemin çözülemeyeceğini ifade ederek sadece 25 dakikadan daha uzun süreceğini tahmin etmiştir. Bu durum grubun problemi basitleştiremediklerini göstermektedir. ÇG4'e ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

SORU 2) Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar Tarata iline ne zaman ulaşır?

25Lx x = alınan Zaman
Çğer Yanardağdaki
lavlar aynı Zemin ve aynı
toprak yapısında
Yada Aynı Rüzgâr
hızı, aynı hız ile
gidecekse bu doğrusal
(Yol) bir Zamanla tarata iline
ulaşır ama bu Jeğisteler
muhitende farklı olacaklar
Zaman Jeğistir bu yolda
inisi kalkanı grafik çizilir

Şekil 5. 10. ÇG4'ün yanardağın patlaması problemine ait alıntısı

ÇG4: Yanardağ patladığında lavlar aynı zemin ve aynı toprak yapısında gidecekse ya da aynı rüzgâr hızı, aynı hız ile gidecekse doğrusal bir zamanda Şehre ulaşır.

Araştırmacı: Bu söylediklerinizin aynı olmama ihtimali var mı?

ÇG4: Var. Çünkü verilen soruda net bir bilgi yok. Zemin yapısından bahsetmemiş. Rüzgârın olup olmadığını bilmiyoruz.

Araştırmacı: Farz edelim ki lavların hareket ettiği zemin yapısı farklı ya da rüzgâr var. Bu çözdüğümüz problemde bir şeyi değiştirir mi?

ÇG4: Tabi ki değiştirir.

Araştırmacı: Örnek verebilir misiniz, nasıl bir değişim olur?

ÇG4: Diyelim zemin yapısı kayalık lavlar bu kayalara çarparak durabilir. Zemin yapısı toprak bu seferde aynı hızda gider. İkisi de varsa hem yavaşlayabilir, hem hızlanabilir.

Araştırmacı: Peki, lavların Şehre ne zaman ulaşacaklarını bulabilir miyiz?

ÇG4: Hiçbir şey net değil.

ÇG4 kodlu öğrenciler değişkenleri belirlemelerine rağmen belirledikleri değişkenlere değer atamamış, problemde bilgi verilmediği için matematiksel bir çözüme ulaşmamışlardır.

Üçüncü problem ‘Boş bir kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?’ matematiksel modelleme durumuna ait 7 saniyelik bir video 4 gruba izletilmiştir (VG1-VG4). Aynı probleminden alınan ekran görüntüsü ise çalışma kâğıdına yerleştirilmiş ve 4 gruba verilmiştir (ÇG1-ÇG4). Boş kovanın dolması ilgili modelleme problemine ilişkin veriler Tablo 5.3’ de sunulmuştur.

Tablo 5. 3. Boş kovanın dolması problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler

		VG1	VG2	VG3	VG4	ÇG1	ÇG2	ÇG3	ÇG4
Problem faktörleri	Kabın hacmi*	√	√		√	√	√	√	√
	Dakikada veya saatte akan su miktarı*	√	√	√	√	√	√	√	√
	Kabın uzunluğu*			√					
	Hortumun katlanması	√	√						
	Engeller			√					
	Hortumun delik olması	√							
	Kireç				√				
	Suyun kesilmesi					√			
	Musluğun bozulması					√			
	Akan suyun yavaşlaması	√	√		√				
	Akan suyun hızlanması		√		√				
Ekstra matematiks	Değer atama	√	√	√	√		√	√	
	İhmal etme			√					

Tablo 5. 3. Boş kovanın dolması problemi için grupların belirledikleri durumu etkileyen değişkenler (Devamı)

Nitelik belirleme					√	√
Matematiksel model	Kavram	Denkle m	Denkle m	Orantı	Denklem	Orantı Orantı
	Gösterim	Aritmeti k	Aritmeti k	Aritm etik	Aritmetik	Aritmetik Aritmetik
	Model	KH/AS M +HKS	KH/AS M+HH+ HY	KU/A SM	KH/ASM+ HH+HY	KH/ASM KH/ASM
Matematiksel çözüm		X	X	X	X	√ √
Yorumlama		X	X	X	X	√ √
*: Problemden verilen değişkenler						
KH: kabın hacmi; ASM: Dakikada/saatte akan su miktarı; KU: Kabın uzunluğu; HKS: Hortumun katlanma süresi; HH: Hortumdan akan suyun hızlanma süresi; HY: Hortumdan akan suyun yavaşlama süresi;						

Tablo 5.3' e göre VG ve ÇG grup hortumun boş kabı doldurma problemindeki çözümleri beş kategoride incelenmiştir. İlk kategori olan problem faktörleri öğrencilerin problemi çözmek için kullandıkları değişkenleri içermektedir. Bu değişkenlerden kabın hacmi ve hortumun su akıtma hızı en fazla belirlenen değişkenlerdir. Her iki gruptaki öğrenciler modelleme probleminde verilen bu değişkenleri fark etmiş ve çözümlerine dahil etmişlerdir. Problemden verilmeyen fakat öğrenciler tarafından belirlenen değişkenler şu şekildedir: Hortumun katlanması, çeşitli engeller, hortumun delik olması, hortumun kireçlenmesi, suyun kesilmesi, musluğun bozulması, akan suyun yavaşlaması, akan suyun hızlanması. VG kodlu öğrencilerin durumu etkileyen değişkenlerden en az üç en fazla beş değişken belirlerken ÇG kodlu öğrenciler en az iki en fazla dört değişken belirlemişlerdir. VG kodlu öğrencilerin problemde verilmeyen değişkenleri belirlemede ÇG kodlu öğrencilere göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Kabın hacmi, akan su miktarı, hortumun kireçlenmesi, akan suyun yavaşlaması ve hızlanması değişkenlerini belirleyen VG4 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

VG4: Biz kabın 20 litre su alacağını düşündük. Videoyu ilk izlediğimizde hortumun ucunda beyaz bir şey gördük. Bunun kireç olacağını düşündük. Bundan dolayı suyun daha yavaş gideceğini ya da eşit hızla gideceğini düşündük. Grafikte yavaşlamayı ve eşit hızlı gitmeyi gösterdik. Sona doğru su daha hızlı akmaya başladı. Bunun sebebi olaraktan hortumun ucundaki kirecin temizlendiğini düşündük.

Araştırmacı: Kabın 20 litre su alacağını söylediniz. Kabın hacmini nasıl hesapladınız?

VG4: Tahmini olarak değer verdik.

Araştırmacı: Suyun hızından bahsettiniz. Bu hızı bulabilir miyiz?

VG4: Buradaki sular çok kireçli. Bazen musluklarımızın ucu kireçleniyor ve su yavaş akıyor. Annemiz onu temizlediğinde su daha hızlı akmaya başlıyor. Buradan yola çıkarak hortumun ucundaki kireç temizlendiğinde daha hızlı akacağını düşündük.

Araştırmacı: Suyun hızını hesapladınız mı?

VG4: Hayır hesaplamadık.

Araştırmacı: Çizdiğiniz grafikte 20 dakikada 5 lt su dolduğunu gösterdiniz. Ancak sonrasında grafiğinizin 15. Dakikaya düştüğünü görüyorum bunun sebebi nedir?

VG4: Biz ilerliyor diye düşünmedik. 5 dakikada 1 lt 10 dakikada 2 lt olduğunu düşündük, süre olarak düşünmedik kendi içinde olacak şekilde düşündük, 15 dakikada 6 litre doldurursa daha hızlı doldurmuş olur dolma süresi azalıyor ancak kap dolmaya devam ediyor (süre olan kısım dolma süresi)

Araştırmacı: Grafikte sabit gösterdiğiniz yerde ne ifade etmek istediniz?

VG4: Orda dolumun daha az olduğunu ifade etmek istedik grafiği çizerken dolma süresine göre çizim yaptık kabın alanını 120 cm³ olarak belirledik buna bakarak ta 60 dakikada dolacağını düşündük.

VG4 grubu problem faktörleri arasından kabın hacmini ve dakikada kaç litre su aktığını belirlemişlerdir. Bu değişkenler problemde verilen değişkenler arasındadır. Bunun dışında hortumun kireçlenmiş olması değişkenini gerçek yaşantılarından hareketle ifade

etmiş ve suyun yavaşlaması değişkenini belirlemişlerdir. Ardından kirecin ortadan kalması ile suyun hızlanacağını yine gerçek yaşantılarından hareketle belirlemişlerdir. Problemden verilmeyen değişkenlerden hortumun delik olabilmesi ve hortumun katlanmasını değişken olarak belirleyen VG1 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

VG1: Öncelikle kabın hacmi 30 litre olarak belirledik. Videoda gördüğümüz 4 dakika geçtiğinde 2 litre doluyor. Bundan yola çıkarak da 10 dakikada 5 litrede olduğunu düşündük.

Araştırmacı: Bunu nasıl belirlediniz?

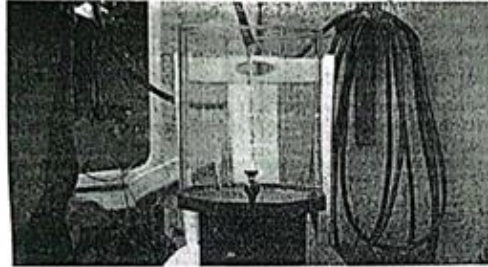
VG1: Orantı ile bu şekilde olacağını düşündük. Hortumdan akan su kabı 20 dakikada 10 litre, 30 dakikada 15 litre olacak şekilde dolduruyor. Sonra kabı dolduran kişi bakıyor ki hortumda bir kırılma var. Bunu açacağı zaman hortumun doldurma süresi azalacak ama kap dolmaya yavaş bir şekilde devam edecek. Burada süre azalıyor ama kap dolmaya devam ediyor.

Araştırmacı: Doldurma süresi azalacak derken neyi kast ediyorsunuz?

VG1: Hortum kırıldığı için kabı daha yavaş doldurur bu yüzden de kabı doldurma süresi ancak kap dolmaya devam ediyor. Grafikteki azalma dolma süresinin azaldığını gösteriyor. Sonra adam hortumdaki kırılmayı düzeltiyor. Mesela 60 dakikada 30 litrede olacakken 50 dakikada 30 litre dolmuş oluyor. Yani 10 dakikalık bir zaman var. Adam hortumu açtıktan sonra hortumda bir delik olduğunu fark ediyor. Grafik bir yerde düz gitti çünkü burada hortum delindi. Süre geçti ama kap dolmadı. Kabı doldurmaya çalışan adam hortumdaki deliği tamir ettikten sonra hortum hızlı bir şekilde kabı doldurmaya devam etti.

Tablo 5.3' de verilen ikinci kategori ekstra matematiksel bilgi kategorisidir. Bu kategori değer atama, ihmal etme, nitelik belirleme şeklinde üç basamaktan oluşmaktadır. VG kodlu öğrencilerin tamamı MM durumuna dair belirledikleri değişkenlere değer atarken ÇG kodlu öğrencilerden sadece iki grup değer ataması yapmışlardır. Diğer iki grup ise probleme ilişkin değişkenleri sadece nitelik olarak ifade etmiştir. Tüm öğrenciler değer

ataması yaparken sezgisel tahminde bulunmuşlardır. Kabin hacmi ve hortumdan akan suyun miktarı değişkenlerine değer atayan ÇG3 kodlu öğrencilere ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.



SORU 3) Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?

$$\begin{array}{r} 130 \overline{) 260} \\ -120 \\ \hline 140 \\ -100 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ \times 5 \\ \hline 325 \end{array}$$

5 dk'da 2 litre dolarsa 130 litrelik kova kaç dk'da dolar dersek; kovanın kaç dk'da dolduğunu bulmak için 130'u 2'ye böleriz o da 65 çıkar sonra 65 ile 5'i çarparsak cevap 325 dk çıkar.

kovanın zamanı göre içindeki su miktarının değişimi

Şekil 5. 11. ÇG3'ün boş kovanın dolması problemine ait alıntısı

ÇG3: Hiçbir bilgi verilmemiş. Biz kendimiz kovaya 130 litre dedik.

Hortumdan 5 dakika da 2 litre su akarsa kova 325 dakika da dolar.

Araştırmacı: Her 5 dakikada 2 litre su mu akar?

ÇG3: Evet.

Araştırmacı: Bu değişmez mi? Yani artma ya da azalma olmaz mı?

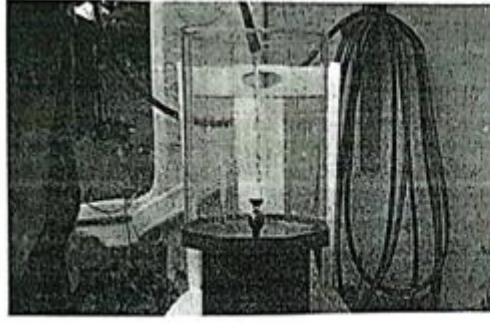
ÇG3: Hayır olmaz. Sabit bir şekilde kalır.

Araştırmacı: Kovanın 325 dakikada dolduğunu nasıl buldunuz?

ÇG3: Oran orantı yardımıyla bulduk.

ÇG3 kodlu öğrenciler kabin kaç litre su alacağını ve hortumdan akan suyun miktarını belirleyerek bu değişkenlere değer atamışlardır. Ancak problem de başka değişken olabileceğini düşünmeyip oran orantı kullanarak MM problemini çözmeye çalışmışlar, kesin ve net çözüme ulaşmışlardır.

ÇG1 kodlu öğrenciler ise değişken belirlemişler ancak belirledikleri değişkenlere değer atamamış sadece niteliksel ifade etmişlerdir. ÇG1 kodlu öğrencilere ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.



SORU 3) Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?

Hortumun sonuğede ne kadar abığı bulmaya ayrıyeten kovanın büyüklüğü bilinmemektedir ancak ;

hortumdan abığı suylağın kabın dolması ters orantıdır ynde kendimiz musluğun doluluk hızına kendimiz sayı verirsek ve kabın yitsekliğine sayı verirsek bu işlemi rahatlıkla çözebiliriz ayrıyeten musluk bozuk olabilir ve sular kesilebilir yaptığımız işlemler doğru olma olasılığı azdır

Şekil 5. 12. ÇG1'in boş kovanın dolması problemine ait alıntısı

ÇG1: Hortumdan ne kadar su aktığını bilmiyoruz. Kovanın büyüklüğünü bilmiyoruz.

Araştırmacı: Hortumdan ne kadar su aktığını ve kovanın büyüklüğünü bulabilir miyiz?

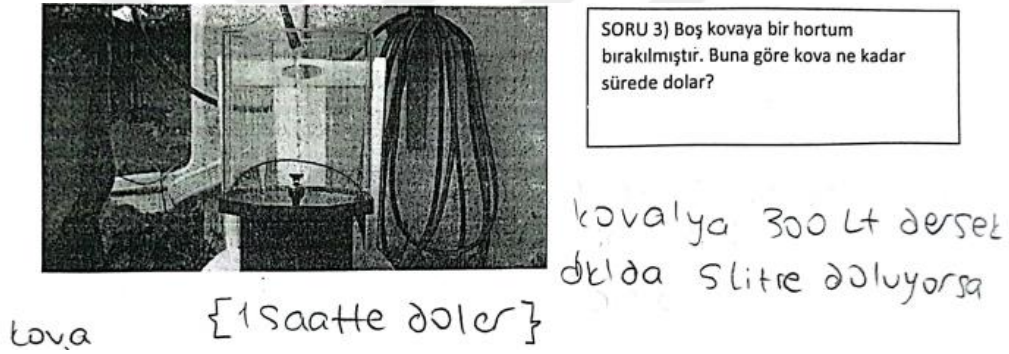
ÇG1: Kendimiz değer verirsek buluruz. Ancak bu da bizi doğru sonuca götürmez. Tahmini bir şekilde bulmuş oluruz. Musluk bozuk mu bilmiyoruz. Sular akıyor mu bilmiyoruz. Sadece tahmin edebiliriz.

ÇG1 kodlu öğrencilerin musluğun bozuk olabileceğini ve suların kesik olabileceğini düşünmeleri problemde verilen ve verilmeyen faktörleri belirlediklerini gösterirken, bu faktörleri sadece nitelik olarak ifade ettikleri tespit edilmiştir.

Tablo 5.3'e göre matematiksel model kategorisi üç kategoriden oluşmaktadır. Her iki gruptaki öğrenciler matematiksel bağlam olarak oran orantı kavramını kullanırken VG kodlu öğrencilerin üçünün problem faktörlerini de dikkate alarak denklem kurdukları tespit edilmiştir. Yine her iki grupta matematiksel model kuran öğrenciler modellerini aritmetik olarak ifade etmişlerdir. Kurulan modeller incelendiğinde VG öğrencilerinin üçünün kabın hacmi ve dakikada akan su miktarından hareketle KH/ASM orantısından faydalandıkları görülmektedir. Ayrıca ekstra matematiksel bilgiyi denklemlerine dahil

etmişlerdir (Örneğin: KH/ASM+HH+HY). Bu gruptan VG3 kodlu öğrencilerin ise kabın uzunluğundan hareketle KU/ASM modelini kullandıkları, belirledikleri ekstra matematiksel bilgiyi ise ihmal ettikleri tespit edilmiştir. ÇG kodlu öğrencilerden iki grubun değişkenlere değer atayarak matematiksel model oluşturabildiği görülmüştür. Fakat bu matematiksel modellerinin problemde verilmeyen değişkenleri içermediği böylece modellerinin gerçeklikten uzak olduğu tespit edilmiştir. Bu iki grubun modelleme problemlerine problem çözme bağlamında yaklaştıkları görülmüştür. Diğer iki öğrenci grubunun ise belirledikleri değişkenleri sadece nitelik olarak belirttikleri için matematiksel model oluşturamadıkları belirlenmiştir.

Problemde verilen değişkenlere değer atayarak matematiksel model (KH/ASM) oluşturan ÇG2 kodlu öğrencilere ait alıntı ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.



Şekil 5. 13. ÇG2'nin boş kovanın dolması problemine ait alıntısı

ÇG2: Kovanın kaç litre olduğu ya da musluktan ne kadar su aktığını bilmiyoruz. Kovaya 300 litre diyelim. Musluktan 1 dakikada 5 litre su aksın. O halde kova 60 dakikada dolar.

Araştırmacı: 60 dakikada dolduğunu nasıl buldunuz?

ÇG2: Oran orantı yardımı ile kolayca çözülür.

Araştırmacı: Bulduğunuz sonuç kesin sonuç mudur?

ÇG2: Hayır değildir. Biz kendimiz değer verdik.

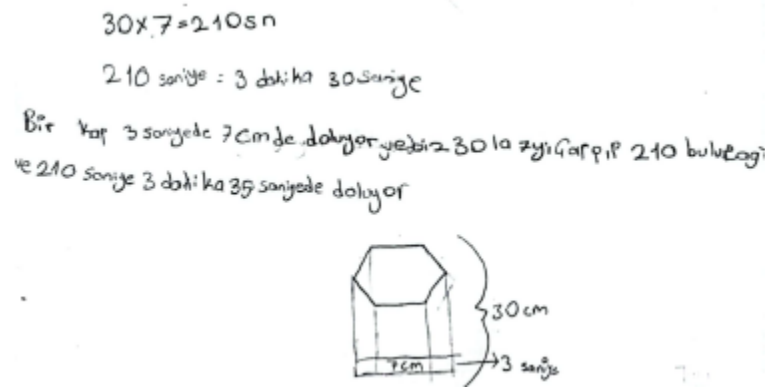
Araştırmacı: Kesin bir sonuç bulabilir miyiz?

ÇG2: Kovanın büyüklüğünü ve musluktan ne kadar su aktığını bilseydik bulabilirdik.

ÇG2 kodlu öğrenciler matematiksel modellerini aritmetik olarak ifade etmiş ve orantı kavramını kullanmışlardır.

Matematiksel çözüm ve yorumlama kategorisi doğru ve yanlış şeklinde değerlendirilmiştir. VG kodlu öğrencilerin tamamı yanlış matematiksel çözüm ve yorum yapmışlardır. Yapılan hatalar incelendiğinde kabın hacmini hesaplarken dairenin çevresi formülünü kullandıkları ya da oran orantının yanlış hesaplanmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. ÇG kodlu dört gruptan ikisi sadece problemde verilen değişkenleri belirlemelerine rağmen matematiksel işlemleri kabul edilebilir olduğu için doğru kodunda yer almıştır.

Yanlış çözüm ve yorum yapan VG3'e ait alıntı ve araştırmacı ile arasında geçen diyalog Şekil 5.14' da verilmiştir.



Şekil 5. 14. VG3'ün boş kovanın dolması problemine ait alıntısı

VG3: Kabın uzunluğunu 30 cm olarak düşündük. Videoya ilk baktığımızda 3 sn de kapta 7 cm'lik kısmın dolduğunu gördük. 14 cm için 6 sn geçmesi gerektiğini gördük. Her 3 saniyede 7 cm'lik kısmın dolduğunu düşündük.

Araştırmacı: Neden kabın uzunluğu üzerinden yorum yaptınız?

VG3: Bu şekilde düşündük.

Araştırmacı: Size bunu düşündüren nedir?

VG3: Kabın uzunluğuna göre hortumun kabı doldurma süresinin grafiği çizmenin daha uygun olduğunu düşündük.

Araştırmacı: Hortumdan akan suyun hızı var mıdır?

VG3: Evet, vardır.

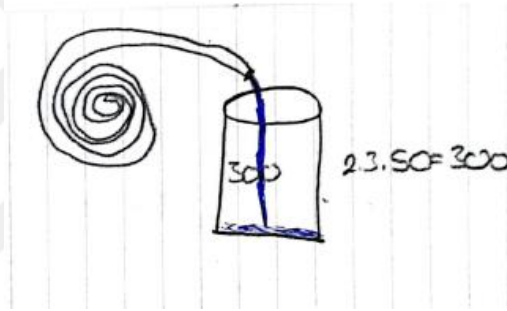
Araştırmacı: Suyun akış hızını hesaplayabilir miyiz?

VG3: Hayır, hesaplayamayız.

Araştırmacı: Sizce suyun akış hızı hep aynı şekilde mi olmalı? Hızda Artma ya da azalma olabilir mi?

VG3: Evet, olabilir. Ancak biz hiçbir engel olmadığını düşündük. Hep sabit hızla aktığını düşündük. VG3 kodlu öğrencilerin kaba 3 sn de 7 cm su dolduğunu tahmin ettikleri böylece 30 cm'lik uzunluktaki bir kabin kaç saniye de dolacağını doğru orantı kullanarak değil de ters orantı kullanarak belirledikleri tespit edilmiştir. Bu durumda yapılan çözüm ve yorum yanlış kategorisinde değerlendirilmiştir.

Kabın hacminin hesaplanmasında yaptıkları hatadan dolayı yanlış kategorisinde değerlendirilen VG2'ye ait alıntı ve araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.



Şekil 5. 15. VG2'in boş kovanın dolması problemine ait alıntısı

VG2: İlk önce kabın hacmini bulmak istedik. Kabın yarıçapına 50 cm dedik. Buna göre kabın hacmini 300 olarak bulduk.

Araştırmacı: Kabın hacmini nasıl hesapladınız?

VG2: $2\pi r$ formülü ile hesapladık. İlk başta kabın dolma hızının yüksek olduğunu gördük. Sonra kabın dolmasının engeller yüzünden yavaşladığını fark ettik... Kabın hacmini 300 bulmuştuk. Hortumdan akan suyun yavaşlaması, hızlanması ve sabit kalmasını hesaba katarsak 75 dakikada kap dolar.

ÇG kodlu öğrenci gruplarından ikisi ise problemde bilgi verilmediği için çözümün yapılamayacağını ifade etmişlerdir. ÇG4 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

ÇG4: Diğer sorular gibi bu soruda da herhangi bir bilgi verilmemiştir. Kovanın ne kadar su aldığını ya da musluktan suyun hangi hızla aktığını bilmiyoruz.

Araştırmacı: Kovanın ne kadar su aldığını ya da suyun hangi hızla aktığını bulabilir miyiz?

ÇG4: Tahmini bir değer olabilir. Gerçek ve net bir sonuç ortaya çıkmaz.

Araştırmacı: Peki bu soruyu çözebilir miyiz?

ÇG4: Suyun hızının hiç değişmediğini kabul edelim. Doğru orantı olacak şekilde kova dolar.

Video tabanlı modelleme durumlarının ve çalışma kâğıdına yansıtılan modelleme durumlarının kullanıldığı ortamlarda sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri nasıl değişmektedir? Şeklindeki ikinci alt probleme ilişkin bulgular Tablo 5.4 da verilmiştir.

Tablo 5. 4. VG ve ÇG kodlu öğrencilerin modelleme yeterliklerinin değişimine ilişkin bulgular

		Problem faktörleri		Ekstra matematiksel bilgi			Matematiksel model		Matematiksel çözüm ve Yorum	
		En az	En fazla	Değer atama	İhmal etme	Nitelik belirleme	Kavram	Gösterim	Doğru	Yanlış
VG	1.durum	4	4	4 grup	-	-	4 grup denklem	4 grup aritmetik	2	2
	2.durum	6	9	4 grup	-	4 grup	4 grup denklem	4 grup aritmetik	3	1
	3.durum	3	5	4 grup	-	4 grup	3 grup denklem	4 grup aritmetik	0	4
ÇG	1.durum	2	3	2 grup	1 grup	2 grup	2 grup orantı	2 grup aritmetik	1	1
	2.durum	1	2	2 grup	-	2 grup	2 grup orantı	2 grup aritmetik	1	1
	3.durum	2	4	2 grup	-	2 grup	2 grup orantı	2 grup aritmetik	2	0

VG kodlu öğrencilerin problem faktörleri birinci problemten üçüncü probleme doğru düzenli bir artış göstermemektedir. Birinci probleme göre ikinci ve üçüncü problemlerde daha fazla değişken belirledikleri söylenebilir. En fazla değişken ise ikinci problemde belirlenmiştir. Ekstra matematiksel bilgi aşamasında VG kodlu öğrenciler üç problemde de değer ataması yapmıştır. Farklı olarak yine ikinci problemde değer atanamayan değişkenleri niteliksel olarak ifade etmişlerdir. Tüm gruplar üç problem boyunca denklem kavramını ve aritmetik gösterimi kullanmışlardır. Matematiksel çözüm

de ve yorumlama da ise düzenli bir değişim görülmemiştir.     problem boyunca doğru ve yanlış yapan gruplar bulunmaktadır.

 G kodlu öğrencilerin problem faktörleri incelendiğinde birinci problemde       problemde doğru       bir değişim olmadığı g r lm şt r. En az problem faktörünün ise ikinci problemde belirlendiği tespit edilmiştir. Ekstra matematiksel bilgi aşamasında     problem boyunca iki grup değer ataması iki grupta nitelik belirlemesi yapmıştır. MM aşamasını ekstra matematiksel bilgi kullanan iki grup     problem boyunca orantı kavramını ve aritmetik gösterimi kullanarak ifade etmiştir. Matematiksel       ve yorumlamada ise birinci ve ikinci problemde bir grubun doğru bir grubun yanlış yaptığı       problemde ise iki grubunda doğru yaptığı görülmektedir.



6. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu araştırmada, modelleme problemlerinin video tabanlı sunulduğu ortam ile çalışma kâğıdı kullanılarak sunulduğu ortamda ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin karşılaştırılması ve zamanla değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. İki grup karşılaştırılırken modelleme aşamalarından yararlanılmıştır. Bunlar durumu anlama, basitleştirme ve yapılandırma (problem faktörleri ve ekstra matematiksel bilgi), matematiksel model oluşturma, matematiksel çözüm ve yorumlama yeterlikleridir. Bu yeterliklerden hareketle şu sonuçlara ulaşılmıştır.

VG kodlu öğrenciler ve ÇG kodlu öğrenciler karşılaştırılırken her iki grubunda üç matematiksel modelleme durumunda verilen değişkenleri belirledikleri görülmüştür. Buradan yola çıkarak iki grubunda MM durum anlamlandırdığı tespit edilmiştir. Alkan (2019), Çiltaş ve Işık (2013), Dede ve Yılmaz (2015), English ve Watters (2004), Greefrath ve Siller (2017), Özgen ve Şeker (2020), Şahin ve Eraslan (2016) tarafından yapılan çalışmalarda ortaokul öğrencilerinin durumu anlama aşamasında problem yaşamadıkları belirlenmiştir. Böylece öğrencilere MM durumlarının video tabanlı ortamda sunulması ya da çalışma kâğıdı ile sunulması esnasında durumu anlamlandırma aşamasında belirgin farklılıklar oluşmamıştır.

İki grubun problem faktörleri karşılaştırıldığında; birinci problemde VG kodlu öğrenciler probleme ilişkin dörder faktör belirlerken ÇG kodlu öğrenciler en az iki en fazla üç faktör belirlemişlerdir. İki grup arasında çıkan fark problemde verilmeyen değişkenlerin belirlenmesi konusundadır. Köpeğin başarısız olması ve hızlanması faktörleri VG kodlu öğrenciler tarafından belirlenmiş ancak ÇG kodlu öğrenciler tarafından dikkate alınmamıştır. Problemde verilmeyen değişkenlere ilişkin ekstra matematiksel bilgiyi tahmin ederken VG kodlu öğrencilerin tamamının değer ataması yaptıkları tespit edilmiştir. VG kodlu gruptaki öğrencilerinde değişkenlere ilişkin değer atarken ya videodan hareketle gözlemlerinden faydalandıkları ya da sezgisel tahminde bulundukları dikkat çekmektedir. Bunun aksine ÇG kodlu öğrencilerinde iki grubun değer ataması yaptığı belirlenmiştir. Diğer iki grup ise belirledikleri değişkenleri nitelik olarak ifade etmişlerdir. İkinci problemde probleme ilişkin faktörlerden VG kodlu öğrenciler en az altı en fazla dokuz değişken belirlerken ÇG kodlu öğrencilerin en az bir en fazla iki

değişken kullandıkları görülmüştür. Doğal afetler, engebeler, deniz, dağlık bölge, insanların etkileri, ormanlık alan, lavların yavaşlaması ve lavların hızlanması VG kodlu öğrenciler tarafından belirlenirken ÇG kodlu öğrenciler bu değişkenleri dikkate almamıştır. Problemden verilmeyen değişkenlere ilişkin ekstra matematiksel bilgiyi tahmin ederken VG kodlu öğrencilerin tamamının değer ataması yaptığı görülmüştür. Ancak ÇG kodlu öğrencilerden sadece iki grubun problemde verilen değişkenlere değer ataması yaptığı tespit edilmiştir. Diğer iki grup ise belirledikleri değişkenleri nitelik olarak ifade etmişlerdir. Üçüncü problemde probleme ilişkin faktörlerden VG kodlu öğrencilerin en az üç en fazla beş değişken belirledikleri görülürken ÇG kodlu öğrencilerin en iki en fazla dört değişken belirledikleri tespit edilmiştir. Hortumun katlanması, kireç, hortumun delik olması, hortumda akan suyun yavaşlaması ve hızlanması, engeller VG kodlu öğrenciler tarafından dikkate alınırken ÇG kodlu öğrenciler bu değişkenleri belirlememişlerdir. Problemden verilmeyen değişkenlere ait ekstra matematiksel bilgiyi tahmin ederken VG kodlu öğrencilerin hepsinin değer ataması yaptığı bir grubun matematiksel model oluştururken belirlediği bir değişkeni ihmal ettiği görülmüştür. Diğer taraftan ÇG kodlu öğrencilerden iki grubun ekstra matematiksel bilgiyi tahmin ederken değişkenlere değer atadıkları ve iki grubun değişkenleri nitelik olarak belirledikleri tespit edilmiştir.

Probleme ilişkin faktörleri ve ekstra matematiksel bilgiyi belirlerken VG kodlu öğrencilerin ÇG kodlu öğrencilere göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu da MM durumunu VG kodlu öğrencilerin basitleştirdikleri ve yapılandırdıkları fakat ÇG kodlu öğrencilerin yeterince basitleştiremedikleri ve yapılandıramadıkları anlamına gelmektedir. Bunun sebebi olarak VG kodlu öğrencilere matematiksel modelleme problemlerini video ile sunulması, ÇG kodlu öğrencilere ise çalışma kâğıdı olarak sunulması sonucuna varılabilir. Video tabanlı ortamda öğrenciler problemler ile alakalı videoları istedikleri kadar izleyebilmişlerdir. Her izlediklerinde farklı yorumlar ve düşüncelere ulaşmışlardır. Bu da daha fazla gerçekçi problem faktörü belirlemelerine ve değer atamalarına sebep olmuştur. Daher (2021) yapmış olduğu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Daher (2021) öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken teknoloji sayesinde motivasyonlarının arttığını ve problemi tekrar tekrar inceleyerek çözüme ulaştıklarını tespit etmiştir. Literatüre bakıldığında teknolojinin modelleme yeterliklerine katkıları olduğu (Greefrath ve Siller, 2017; Hıdıroğlu, 2012;

Molina-Toro vd, 2019; Saka ve Çelik, 2018) vurgulanmaktadır. Fakat bu çalışmalar teknolojinin matematiksel model oluşturmada ve modelin çözümüne katkısının olduğunu göstermektedir. Yapılan bu çalışmada farklı olarak teknolojinin gerçek model oluşturma aşamasında da etkili olduğu bulunmuştur. Böylece öğrencilerin dijital ortam ile MM sürecinde gerçek hayattan daha fazla esinlendikleri söylenebilir.

Matematiksel model aşaması üç problem için kavram, gösterim ve model olarak incelenmiştir. VG kodlu öğrencilerin tamamının üç durum içinde model oluşturduğu görülmektedir. ÇG kodlu öğrencilerden iki grubun model oluşturduğu fakat diğer iki grubun üç modelleme durumu içinde model oluşturamadığı belirlenmiştir. ÇG kodlu öğrencilerden model oluşturan iki grup oran-orantı kavramını kullanırken VG kodlu öğrenciler denklem kavramını kullanmışlardır. Bu durumun sebebinin VG kodlu öğrencilerin modellerine problem faktörlerine ilişkin ekstra matematiksel bilgiyi eklemelerinden kaynaklandığı söylenebilir. VG kodlu öğrenciler ile ÇG kodlu öğrenciler arasındaki fark olmayan kısım ise öğrencilerin matematiksel modellerini aritmetik olarak göstermeleridir. Burada bir farklılık tespit edilememiştir. Bunun sebebi olarak öğrencilerin ortaokul sekizinci sınıf seviyesinde olmaları ve farklı gösterim yöntemlerini nasıl kullanacaklarını bilmemelerinden kaynaklandığı söylenebilir (Biccard, 2010; Dede ve Yılmaz, 2015).

Matematiksel çözüm ve yorumlama aşamasında her iki ortamda da yapabilen ve yapamayanların olduğu görülmektedir. Matematiksel çözümlerin doğruluğuna ve yanlışlığına bakıldığında her iki grupta da çözümlerin doğru ve yanlış olduğuna rastlanmıştır. Oluşturulan modelleri matematiksel olarak çözmeleri açısından incelendiğinde ÇG kodlu öğrencilerin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak VG kodlu öğrencilerin daha karmaşık model oluşturmaları ve karmaşık modeli çözerken zorlanmaları olduğu tespit edilmiştir. Bulunan bu sonuç Greefrath ve Siller (2017) yapmış oldukları çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermektedir. Greefrath ve Siller (2017) öğrencilerin Geogebra kullanarak buldukları sonucu yorumlama aşamasında teknolojinin yetersiz kaldığını tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak teknolojinin MM sürecinde kullanılmasının modelleme yeterliklerini desteklediği tespit edilmiştir. Özellikle video tabanlı modelleme durumlarının gerçek modeli ve matematiksel modeli oluşturmada etkili bir araç olduğu söylenebilir. Video

tabanlı MM durumları öğrencilerin gerçek hayattaki deneyimlerini modelleme süreçlerine dâhil etmelerinde önemli rol oynamaktadır. Video tabanlı MM durumlarının öğrencilerin modelleri gösterim biçimleri, modelleri çözme ve yorumlama aşamalarına etkisi olmadığı bulunmuştur. Bu durumun ise öğrencilerin geçmiş matematiksel deneyimlerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

VG ve ÇG öğrencilerine ait üç etkinlik boyunca ilerlemeleri incelendiğinde, problem faktörleri açısından VG kodlu öğrencilerin problem faktörleri birinci problemten üçüncü probleme doğru düzenli bir artış göstermemektedir. En fazla değişken ise ikinci problemde belirlenmiştir. Bu durumun problemin bağlamından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar problemin bağlamının öğrencilerin modelleme süreçleri üzerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Ferrando, Segura & Pla-Castells, 2020; 2021). Ekstra matematiksel bilgi aşamasında VG kodlu öğrenciler üç problemde de değer ataması yapmıştır. Ayrıca üç problem boyunca denklem kavramını ve aritmetik gösterimi kullanmışlardır. Matematiksel çözüm de ve yorumlama da ise düzenli bir değişim görülmemiştir. Benzer şekilde ÇG kodlu öğrencilerin problem faktörleri incelendiğinde birinci problemten üçüncü probleme doğru düzenli bir değişim olmadığı görülmüştür. Bu gruplardan ikisi üç problem boyunca model oluşturamamışken diğer ikisi matematiksel modellerini orantı kavramını ve aritmetik gösterimi kullanarak ifade etmiştir. Matematiksel çözüm ve yorumlamada ise yine kaydadeğer bir değişim tespit edilmemiştir. Değişimin gerçekleşmemesi çalışmanın yeterince uzun süreli olmadığı ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Nitekim Kaygısız (2021)'de benzer bir sonuca ulaşmıştır. Diğer taraftan öğretmenin ortam düzenleyici olmak dışında öğrencilere doğrudan bir desteğinin olmaması da bunun bir sebebi olabilir. Çalışmalar (Stender, 2018; Stender, Krosanke ve Kaiser, 2017) öğretmenlerin desteğinin modelleme yeterliklerinin gelişimi adına önemli olduğunu göstermektedir.

7. ÖNERİLER

Yapılan çalışmanın sonuçları göz önüne alınarak araştırmacılara ve öğretmenlere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

7.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Yapılan çalışma sekizinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Video tabanlı ortam kullanılarak diğer sınıf seviyesinde olan öğrencilerin modelleme yeterlikleri incelenebilir.

Başka problemlerin kullanımı veya farklı sınıf seviyelerinde bu problemlerin kullanımı sonuçları farklılaştırabilir. Araştırma probleminin farklı modelleme problemleri ile farklı öğrenci grupları ile araştırılması önerilmektedir.

Bu çalışmada araştırmacının öğrencilere desteği olmadan modelleme yeterlikleri incelenmiştir. Bu nedenle süreç boyunca her iki grupta da değişim elde edilmediği düşünülmektedir. Araştırmacının öğrencilere destek vermesi ile video tabanlı etkinliklerde modelleme yeterliklerinin nasıl gelişim göstereceği araştırılabilir.

Video tabanlı modelleme problemlerinin öğrencilerin yaratıcılık düzeyleri, motivasyonları veya tutumları üzerinde etkili olabileceği düşünüldüğünde bu konuların incelenmesi ve bunlarla ilişkili olarak modelleme yeterliklerinin nasıl gelişim göstereceğinin araştırılması önerilmektedir.

Video tabanlı sunulan matematiksel modelleme problemlerinin modelleme ve çözüm basamaklarında da teknoloji kullanılarak öğrencilerin modelleme yeterliklerinin nasıl gelişim göstereceği incelenebilir.

7.2.Öğretmenlere Yönelik Öneriler

Erken yaşlarda matematiksel modellemenin kullanımı için video tabanlı modelleme problemleri etkili bir araç olabilir.

Özellikle gerçek model ve matematiksel model oluşturma aşamalarında problem yaşayan öğrencilere video tabanlı modelleme problemlerinin kullanımı önerilmektedir.

Video tabanlı matematiksel modelleme problemleri ile erken yaşta karşılaşmak öğrencilerin matematiği anlamlandırmada ve günlük hayat ile matematiği ilişkilendirmede daha etkili olacağı düşünülmektedir.

Modelleme yeterliklerinde gelişim elde etmek için daha uzun süreli araştırmalara ihtiyaç vardır. Video temelli modelleme problemleri kullanılarak daha uzun süreli etkinliklerin yapılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Alkan, Y. (2019) “Matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisinin incelenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, 30-35.
- Arzarello, F., Ferrara, F., and Robutti, O. (2012) “Mathematical modelling with technology: the role of dynamic representations”, *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 31(1), 20-30.
- Aydın Güç, F. (2015) “Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 50-55.
- Aydın, N. (2018) “Nitel araştırma yöntemleri: etnoloji”, *Uluslararası Beşeri ve Sosyal Bilimler İnceleme Dergisi*, 2(2), 60-71.
- Aztekin S. ve Taşpınar Şener, Z. (2015) “Türkiye’de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması”, *Eğitim ve Bilim*, 40(178).
- Bender, A. E. (1978) “An introduction to mathematical modelling.”, *New York: Willey*.
- Berry, J. and Houston, K. (1995). Mathematical modelling, *Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.*
- Biccard, P.(2010) “An investigation into the development of mathematical modelling competencies of Grade 7 learners”, Doctoral Dissertation, *Stellenbosch University Faculty of Education*, Stellenbosch.
- Blomhøj, M. (1993) “Modelling of dynamical systems at O-level. In J. de Lange, C. Keitel, I. Huntley, and M. Niss (Eds.)”, *Innovation in mathematics education by modelling and applications*, Chichester: Ellis Horwood, 257-268.
- Blomhøj, M., and Kjeldsen, T. H. (2006) “Teaching mathematical modelling through project work”, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 163-177.
- Blomhøj, M. and Jensen T.H. (2006) “What's all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the 75 teaching of mathematical modelling. In W. Blum, P.L. Galbraith and M. Niss”, *Modelling and applications in mathematics education*. New York: Springer, 45-56.
- Blomhøj, M., and Jensen, T. (2003) “Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning”, *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123-139.

- Blum, W. (2002) "ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education discussion document", *Educational Studies in Mathematics* 51(1/2), 149- 171.
- Blum, W., and Ferri, R. B. (2009) "Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?", *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W., and Leiß, D. (2007) "How do teachers deal with modeling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12)*", *Education, engineering and economics*, Chichester: Horwood Publishing, 222–231.
- Bogdan, R. C., and Biklen, S. K. (1997) "Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods", Boston: *Allyn and Bacon*, 10-15.
- Borromeo Ferri, R. (2006) "Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 86-95.
- Bukova Güzel, E. (2016) "Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için", *2. Baskı Pegem Akademi*, Ankara, 1-40.
- Çakmak-Gürel, Z. (2018) "Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi", Yayınlanmamış Doktora tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 90-120.
- Çelikkol, Ö. (2016) "7. Sınıf Öğrencilerine Cebirsel Sözel Problemlerde Matematiksel Modelleme Uygulaması: Bir Eylem Araştırması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 50-60.
- Chamberlin, S., Payne, A. M., and Kettler, T. (2022). Mathematical modeling: a positive learning approach to facilitate student sense making in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(4), 858-871.
- Cheng, K.A. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6, 63-75.
- Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., and Pitta-Pantazi, D. (2005) "Problem solving and posing in a dynamic geometry environment." *The Mathematics Enthusiast, A special issue on International Perspectives in Mathematics Teaching using Computer software*.
- Çiltaş, A. (2011) "Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 70-80.

- Çiltaş, A. ve Işık, A. (2013) “Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi”, **Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri**, 13(2), 1177- 1194.
- Creswell J. W. and Miller D. L. (2000) “Determining validity in qualitative inquiry”, **Theory into Practice**, 39(3), 124-130.
- Czoher, J. A. (2017) “How can emphasizing mathematical modeling principles benefit students in a traditionally taught differential equations course?”, **The Journal of Mathematical Behavior**, 45, 78-94.
- Daher, W. M. (2021) “Middle school students’ motivation in solving modelling activities with technology”, **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 17(9), em1999.
- Daher, W. M., and Shahbari, J. A. (2015) “Pre-service teachers’ modelling processes through engagement with model eliciting activities with a technological tool”, **International Journal of Science and Mathematics Education**, 13(1), 25-46.
- Daupeto, C., and L. Parenti. (1999) “Contributions and obstacles of contexts in the development of mathematical knowledge”, **Educational Studies in Mathematics**. 39(1/3), 1-21.
- Davey, L. (1991) “The Application of Case Study Evaluations. Practical Assessment, Research and Evaluation”, **İlköğretim Online (elektronik)**, 8(2), 1 - 3.
- Dede, A. T. ve Yılmaz, S. (2015) “6. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl geliştirilebilir?”, **International Journal of New Trends in Arts, Sports and Science Education (IJTASE)**, 4(1).
- Dede, A. T. (2015) “Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması”, Yayımlanmamış Doktora Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, 80-85.
- Dede, A. T. ve Yılmaz, S. (2013) “İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi”, **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 4(3), 185-206.
- Dede, A. T. ve Yılmaz, S. (2015) “6. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl geliştirilebilir?”, **International Journal of New Trends in Arts, Sports and Science Education**, 4(1), 49-63.
- Demir, B. (2022) “Matematiksel modellemenin yaşama yansıma sürecinin incelenmesi”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, 80-82.
- Dinç, R. (2020) “Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ve epistemolojik inançları üzerine bir çalışma”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Diyarbakır, 70-72.

- Doruk, B. K. (2010) “Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Ankara, 80-85.
- Doruk, B. K. ve Umay, A. (2010) “Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi”, **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 41(41), 124-135.
- Drijvers, P., Ball, L. Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., and Maschietto, M. (2016) “Uses of Technology in Lower Secondary Mathematics Education” Cham: **Springer**.
- Duran, M. (2022) “Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelle becerilerinin incelenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü**, Erzincan, 75-80.
- English, L. D. and Watters, J. J. (2004) "Mathematical modelling with young children", Proceedings of the 28th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, M. J. Hoinene and A. B. Fuglestad (Eds.), **Psychology of Mathematics Education**, Bergen, 335-342.
- English, L.D (2009) “Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling”, **ZDM Mathematics Education**, 41(1), 161–181.
- Ferrando, I. and Albarracín, L. (2019) “Students from grade 2 to grade 10 solving a Fermi problem: analysis of emerging models”, **Mathematics Education Research Journal**, 33, 61-78.
- Ferrando, I., Segura, C., & Pla-Castells, M. (2020) “Relations entre contexte, situation et schéma de résolution dans les problèmes d’estimation.”, **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 20(3), 557-573.
- Ferrando, I., Segura, C., & Pla-Castells, M. (2021) “Analysis of the relationship between context and solution plan in modelling tasks involving estimations.” In **Mathematical Modelling Education in East and West**, Springer, Cham, 119-128.
- Galbraith, P. and Stillman, G. (2006) “A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process”, **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)**, 38(2), 143-162.
- Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., and Edwards, I. (2007)” Facilitating Middle Secondary Modelling Competencies. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.)”, **Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics**, 130- 140.
- Gilbert, J.K., Boulter, C.J. and Elmer, R. (2000) “Positioning models in science education and indesign and technology education. In J.K. Gilbert and C.J. Boulter (Eds.)”, **Developing models in science education**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 3-18.

- Gravemeijer, K. (2002) "Preamble: From models to modelling", *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education*, 7-22.
- Greer, B. (1997) "Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems", *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Greefrath, G., and Vos, P. (2021) "Video-based Word Problems or Modelling Projects—Classifying ICT-based Modelling Tasks", *In Mathematical Modelling Education in East and West*, Springer, Cham, 489-499.
- Greefrath, G., Siller, H.-S., and Ludwig, M. (2017) "Modelling Problems in German Grammar School Leaving Examinations (Abitur). In T. Dooley and G. Gueudet (Eds.)", *Proceedings of CERME 10*, Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME, 932-939.
- Gürel, Z. Ç., ve Işık, A. (2022) "Kısmi Destekli Bütüncül Yaklaşım Dayalı Uygulamaların Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterliklerini Desteklemesi", *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 11(1), 177-192.
- Güzel, E. B., ve Uğurel, I. (2010) "Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki" *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 69-90.
- Haines, C. and Crouch, R. (2007) "Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks", *Modelling and Applications in Mathematics Education*, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), Springer, Boston, 417-424.
- Harrison, A. G. (2001) "How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?" *Research in Science Education*. 31: 401-435.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012) "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 60-65.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2015) "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Bilişsel ve üst bilişsel yapılar üzerine bir açıklama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 45-56.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2015) "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üst bilişsel yapılar", *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(2), 179-208.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2016) "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler", *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 313-350.

- İnan, M. (2018) “7. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Tokat, 32-36.
- Kaiser, G., Schwarz, B., and Tiedemann, S. (2010) “Future teachers’ professional knowledge on modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines and A. Hurford (Eds.)”, **Modeling students’ mathematical modeling competencies**, New York: Springer, 433-444.
- Kalaycı, Ö. (2017) “Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Bartın, 20-25.
- Kant, S. (2011) “İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Model Oluşturma Süreçleri ve Karşılaşılan Güçlükler”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **On dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Samsun, 18-24.
- Karabörk, M. A. (2016) “Model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Bolu, 30-34.
- Kayan, A. K. (2019) “Yüzdelere öğretiminde matematiksel modelleme etkinlikleri kullanımının öğrencilerin başarıları ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirme becerisine etkisi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**, Trabzon, 41-44.
- Kaygısız, İ. (2021) “İlkokul 4. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi: bir öğretim deneyi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir, 20-25.
- Kenan, A. (2022) “Fen bilgisi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Erzincan, 30-34.
- Kertil, M. (2008) “Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 45-50.
- Kocayayla, C. (2019) “Ortaokul 7. sınıf öğrencilerine yönelik matematiksel modelleme etkinliklerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin modelleme yeterliklerinin belirlenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Bolu, 50-55.
- Koç, D. (2022) “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Manisa, 40-48.

- Korkmaz, E. (2010) “İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Balıkesir, 50-60.
- Küçükylmaz, İ. (2021) “İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi: bir öğretim deneyi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir, 65-70.
- Leathers and Thompson Background: Comments on the role and characteristics of mathematical modeling activities.
<http://www.indiana.edu/~iucme/modules/docs/Comments.doc>. Son erişim tarihi: 20.10.2022.
- Lesh, R. and Doerr, H. M. (2003) "Foundations of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning and problem solving", Beyond Constructivism: Model and Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), **Lawrance Erlbaum Associates Publishers**, Mahwah, 3-33.
- Ludwing, M. and Xu, B. (2010) “A comparative study of Modelling competencies among chinese and german students”, **Journal für Mathematik-Didaktik**, 3 (1), 77-97.
- Maaß, K. (2006) “What are modelling competencies?”, **Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematic**, 38(2), 113-142.
- Maaß, K. (2010) “Classification scheme for modelling tasks”, **Journal für Mathematik-Didaktik**, 31(2), 285-311.
- Mayring, P. (2014) “Qualitative content analysis. Theoretical foundation, basic procedures and software solution,”
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173> Son erişim tarihi 12.11.2022.
- McMillan, J. H., and Schumacher S. (2006) “Research in education: Evidence-based inquiry”, **Pearson Education**, Boston.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013) “Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı”, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, **Ankara**, 1-10.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005) “İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı”, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, **Ankara**, 132-135.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2005). Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı. **Ankara: MEB Basımevi**
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017). Ortaokul matematik dersi 5-8. sınıflar öğretim programı. **Ankara: MEB**.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). Ortaokul matematik uygulamaları dersi 5-8. sınıflar öğretim programı. **Ankara: MEB.**
- Molina-Toro, J. F., Rendón-Mesa, P. A., and Villa-Ochoa, J. (2019) “Research trends in digital technologies and modeling in mathematics education”, **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 15(8), em1736.
- Mousoulides, N., Pittalis, M., Christou, C., Boytchev, P., Sriraman, B., and Pitta, D. (2007) “Mathematical modelling using technology in elementary school”, **In 8th international conference on technology in mathematics teaching**, University of Hradec Králové, Czech Republic. (Geiger, Faragher ve Goos, 2010).
- Mousoulides, N., Pittalis, M. and Christou, C. (2006) "Improving mathematical knowledge through modeling in elementary schools", Proceedings of the 30th 359 Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká and N. Stehlíková (Eds.), **Charles University in Prague Faculty of Education, Czech Republic: Prag**, 201-208.
- Niss, M. (2003) “Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish KOM project. In A. Gagtsis ve A. Papastavridis (Eds.)”, **3rd Mediterranean Conference on mathematical education**, Athens: The Hellenic Mathematical Society, 115-124.
- Niss, M., Blum, W., and Galbraith, P. (2007) “How to replace the word problems. In W. Blum, P. Galbraith, H-W. Henn and M. Niss (Eds.)”, **Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study**, New York: Springer, 3-32.
- Ozulu, Y.E. (2021) “Ortaokul 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin İncelenmesi” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Erzincan, 40-45.
- Özgen, K. ve Şeker, İ. (2021) “6. Sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemlerindeki beceri gelişimlerinin incelenmesi”, **Milli Eğitim Dergisi** , 50 (230) , 329-358.
- Özturan Sağırılı, M. (2010) “Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi”, Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Erzurum, 112-122.
- Pollak, H. (1979) “The interaction between mathematics and other school subjects. In UNESCO (Ed.)”, **New trends in mathematics teaching IV**, Paris: UNESCO, 232-248.
- Saka, E. (2016) “Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde teknolojinin rolü”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon.

- Siller, H.-S. and Greefrath, G. (2010) “Mathematical modeling in class regarding to technology. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, and F. Arzarello (Eds.)”, ***Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 6)***, Lyon, France, 2136-2145.
- Siller, H. S., and Greefrath, G. (2020) “Modelling Tasks in Central Examinations Based on the Example of Austria. In: Stillman, G., Kaiser, G., Lampen, C. (eds)”, ***Mathematical Modelling Education and Sense-making. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling***, Springer, Cham.
- Stacey, K. (2015) “The real world and the mathematical world. İçinde K. Stacey ve R. Turner (Eds.)”, ***Assessing mathematical literacy: The PISA experience***, Springer, 57-84.
- Stake, R. E. (2006) “Multiple case study analysis”, New York, NY: ***The Guilford Press***.
- Stender, S. (2018). The use of heuristic strategies in modelling activities. *ZDM Mathematics Education*, 50, 315-326.
- <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0901-5> Son erişim tarihi 05.11.2022.
- Stender, P., and Kaiser, G. (2015) “Scaffolding in complex modelling situations”, ***ZDM Mathematics Education*** 47, 1255–1267.
- Stender, P., Krosanke, N. and Kaiser, G. (2017) “Scaffolding complex modelling processes: An in-depth study”. In G. Stillman, W. Blum & G. Kaiser (Eds.), ***Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education***, Cham: Springer, 467-477.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., and Edwards, I. (2007) “A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. In J. Watson and K. Beswick, (Eds.)”, ***Mathematics: Essential research, essential practice***, Australia: Merga, 691-700.
- Stohlmann, M. (2012) “YouTube Incorporated with Mathematical Modelling Activities: Benefits, Concerns, and Future Research Opportunities”, ***International Journal for Technology in Mathematics Education***, 19(3).
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016) “İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: suç problemi”, ***Eğitim ve Bilim***, 41(183), 47-67.
- Tanner, H. and Jones, S. (1994) Teaching metacognitive processes to accelerate cognitive development. <http://www.aare.edu.au/data/publications/1994/tannh94208.pdf> Son erişim tarihi:30.11.2022.
- Tekin Dede, A. (2015) “Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, ***Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü***, İzmir, 30-35.

- Tutak ve Güder (2014) “Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi”, *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(1), 173-190.
- Tutkun, M. İ. ve Kabar, M. G. D. (2018) “Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin “hava durumu” modelleme problemi ile deneyimi”, *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 23-52.
- Uz, M. (2022) “Ortaokul öğrencilerinin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları, matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkilerin incelenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Adana.
- Vural Akar, R. ve Cenkseven Önder, F. (2005) “Eğitim araştırmalarında örnek olay (vaka) çalışmaları: Tanımı, türleri, aşamaları ve raporlaştırılması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(10), 126-139.
- Yurtsever, A. (2018) “6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik başarıları ve tutumları arasındaki ilişki”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 46-50.
- Zihar, M. ve Çiltaş, A. (2018) “Matematiksel Modelleme Yöntemiyle 8. Sınıf Üslü İfadeler Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Eylem Araştırması”, *E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 46-63.
- Wess, R., Klock, H., Siller, H.-S., and Greefrath, G. (2021) “Measuring Professional Competence for the Teaching of Mathematical Modelling: A Test Instrument”, *Springer International Publishing*.



EKLER

EK-1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Çalışmalar

Aytemiz, H. ve Çakmak Gürel, Z. (2022) "8. Sınıf öğrencilerinin Video Temelli Problemler Yardımı ile Matematiksel Modelleme Becerilerinin Ölçülmesi" **10th International Eurasian Educational Research Congress hybrid and presented a paper entitled**, İzmir.



EK-2. Araştırma Yazışmaları



T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : E-93368059-044-53494
Konu : Hande AYTEMİZ-Araştırma İzni

08.01.2021

GAZİANTEP VALİLİĞİNE
(İl Millî Eğitim Müdürlüğü)

Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi tezli yüksek lisans programı 197601102 numaralı öğrencisi **Hande AYTEMİZ "Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin matematiksel modelleme ile kovaryasyonel düşünme düzeylerinin belirlenmesi"** konulu tez çalışması için İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı okullarda uygulama yapmak istemektedir.

Bilgilerinizi ve söz konusu öğrencinin uygulamayı yapabilmesi için gerekli iznin verilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Prof.Dr. Adem BAŞIBÜYÜK
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Ek:

- 1- Araştırma İzni (Hande AYTEMİZ) (24 sayfa)
- 2- Araştırma izni (Hande AYTEMİZ) (23 sayfa)

4581
İL MİLLÎ EĞT. MÜD.
19.1.2021
Vali a.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : BELM65KA

Belge Takip Adresi :
https://cbys.cbyu.edu.tr/en/Vision/Validate_Doc.aspx?V=BELM65KA

Adres:Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğü Fatih Mahallesi, 24100, Erzincan
Telefon:444 8 024 – (0446) 226 66 66 Faks:0 446 226 26 60
e-Posta:ogrencisleri@erzincan.edu.tr Web:https://cbyu.edu.tr/tr/
Kep Adresi:erzincanuniv@hs02.kep.tr

Bilgi için: Çağla KULPU
Unvanı: Birim Evrak Sorumlusu
Tel No: 12007



EK-2. Araştırma Yazışmaları (devamı)



T.C.
GAZİANTEP VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-34659092-605.01-20780095
Konu : Araştırma İzin Talebi
(Hande AYTEMİZ)

16/02/2021

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Erzincan Üniversitesi Rektörlüğünün 08.01.2021 tarihli ve 53494 sayılı yazısı.

Erzincan Binali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi tezli yüksek lisans programı öğrencisi Hande AYTEMİZ'in "Ortaokul 7.sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme ile Kovaryasyonel Düşünme Düzeylerinin Belirlenmesi" konulu anket uygulama isteği kapsamında, İlimiz Şehitkamil İlçesinde bulunan Çamlıbel ortaokulunda öğrenim gören öğrencilerine yönelik araştırma çalışma isteği, ilgi yazıda belirtilmektedir.

Bu kapsamda Erzincan Binali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi tezli yüksek lisans programı öğrencisi Hande AYTEMİZ'in anket uygulama isteği, Bakanlığımız Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve (2020/2) sayılı genelgesi kapsamında değerlendirilmiş olup; araştırmacının, araştırmasının bitiminden itibaren 15 gün içerisinde araştırma sonuçlarını 2 kopya halinde CD içerisinde Müdürlüğümüze bildirmesi şartıyla, İlimiz Şehitkamil İlçesinde bulunan Çamlıbel ortaokulunda öğrenim gören öğrencilerine anket uygulama isteği eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde gönüllülük esasına göre uygulanması, Müdürlüğümüz Ar-Ge bürosu bünyesinde oluşturulan komisyonun uygunluk raporu doğrultusunda uygun mütalaa edilmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde; Olurlarınıza arz ederim.

Yasin TEPE
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR
Rızzan EROĞLU
Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres : Pınarlı Mah 58007 Sok Şehitkamil Gaziantep

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.meb.gov.tr/mab-ehys>

Bilgi için: Müd. Yard. M. Ali TIRYAKIOĞLU VHKİ Sadullah AYTELİDİZ

Dah: 2782

Telefon No : 0(342) 280 27 82

E-Posta: gaziantepneme@meb.gov.tr

Kapı Adresi : mebi@b01.kapı.tr

Uyvan : Varlı İlaazfama ve Kontrol İyketnerci

İnternet Adresi: www.gaziantepneme.gov.tr

Faks: 3422802847



Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. İmza bilgileri: T.C. - 1602 - 2016 - 0470 - 8467

EK-3. Bilgilendirilmiş Veli Olur Form Örneği

EK-2

Sayın Veli,

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, "Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin matematiksel modelleme ile kovaryasyonel düşünme düzeylerinin belirlenmesi" adıyla, 15.02.2020-15.04.2020 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Matematiksel Modellemeye uygun problemlerle ortaokul öğrencilerinin kovaryasyonel düşünme becerilerini belirlemektir.

Araştırma Uygulaması: Veri toplama araçları kullanılarak görüşme ve gözlem yapılacaktır.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı'nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılan tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir zararlı etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı tamamen sizin isteğinize bağlıdır, reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplarını işi bırakarak çalışmaktan vazgeçebilir. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda, veri toplama süreci; uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Aksi takdirde çalışmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuzun hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile alarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımla;

Araştırmacı: Hande AYTEMİZ

İletişim bilgileri: hande9124@gmail.com- 05469160514

Vefat bulunduktan sınıfı numaralı öğrencisi
bu çalışmada açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum.
(Lütfen forma imzalıdıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz!)

İsim-Soyisim İmza:

Veli Adı-Soyadı :

Telefon Numarası :

EK-4. Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı :E-85748827-050.06.04-46615
Konu :Etik Kurulu Kararı 2020/10-08 (Hande
AYTEMİZ)

Sayın Hande AYTEMİZ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığının 30/11/2020 tarih ve 10 sayılı oturumunda alınan 10-08 sayılı kararı ekte gönderilmiştir.
Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Hüseyin Hüsnü BAHAR
İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanı

Ek:KARAR (1 sayfa)

EK-4. Etik Kurul Onay Belgesi (devamı)



T.C

ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARARI

Etik Kurul Toplantı Tarihi	30/11/2020
Protokol No	10/08
Araştırma Başlığı	Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme ile Kovaryasyonel Düşünme Düzeylerinin Belirlenmesi
Araştırma Türü	Nitel-Tasarım Tabanlı Araştırma Yöntemi
Araştırmacılar	1-Hande AYTEMİZ (Sorumlu Araştırmacı) 2-Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÇAKMAK (Tez Danışmanı)
Karar	Başvuru dosyanıza ait araştırmanız etik açıdan uygun bulunmuştur.

Not: Etik Kurul Onayı, uygulama ve/veya veri toplama için araştırmacının ilgili kurum veya kuruluşlardan izin alma sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

e-imzalıdır

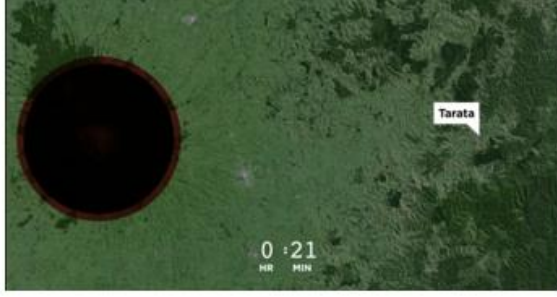
Prof. Dr. Hüseyin Hüsnü BAHAR
İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanı

EK-5. Birinci Sorudan Örnek Alıntı



Odada bulunan 100 adet balonu bir köpek kaç saniyede patlatır?

EK-6. İkinci Sorudan Örnek Alıntı



SORU 2) Aktif durumda bulunan yanardağ patlamıştır. Buna göre yanardağdan çıkan lavlar Tarata iline ne zaman ulaşır?

EK-7. Üçüncü Sorudan Örnek Alıntı



SORU 3) Boş kovaya bir hortum bırakılmıştır. Buna göre kova ne kadar sürede dolar?